



# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para  
incrementar la productividad de la planta N°1 de la empresa  
Corporación REX S.A., Carabayllo - 2017**

### **TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

#### **AUTOR:**

César Enrique Díaz Purizaga

#### **ASESOR:**

Ing. Dávila Laguna, Ronald Fernando

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LIMA - PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis familiares y amistades que hicieron lo posible de alguna u otra manera, apoyándome incondicionalmente en todo momento, con el único fin de culminar satisfactoriamente la meta trazada, el cual fue llevado con mucho esfuerzo y dedicación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, por todo lo que logramos y darnos fortaleza para seguir adelante todos los días. A mis padres, esposa, familiares y amigos, que nos dan su apoyo incondicional en todo momento con la finalidad de logra nuestras metas. De igual manera al Ing. Dávila Laguna Ronal, por su contribución como asesor, lo cual permitió organizar mis conocimientos referidos al tema que se expone.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo **César Enrique Díaz Purizaga** con DNI N° **10507837**, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, de la Escuela de Ingeniería Industrial, expreso bajo compromiso que toda la documentación que acompaño es con criterio basado en una metodología.

De manera fidedigna doy fe de que los datos recopilados son auténticos y originales del presente trabajo de investigación.

De acuerdo al cumplimiento de las normas académicas de la Universidad César Vallejo; mi persona es responsable de cualquier falsedad del presente trabajo de investigación.

Lima, junio del 2017

.....

**César Enrique Díaz Purizaga**

## RELACIÓN DE JURADO

---

Ing. PRESIDENTE DEL JURADO

---

Ing. SECRETARIO DEL JURADO

---

Ing. VOCAL DEL JURADO

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros de Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA N° 1 DE LA EMPRESA CORPORACIÓN REX S.A., CARABAYLLO - 2017”, en la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de INGENIERO INDUSTRIAL.

**El autor**

## ÍNDICE

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
Declaratoria de autenticidad	III
Relación de jurado	IV
Presentación	V
Índice	VI
Índice de imágenes	XI
Índice de tablas	XII
Resumen	XIV
Abstract	XV
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	17
1.2. Trabajos previos	25
1.3. Teorías relacionadas al tema	42
1.3.1. Mantenimiento preventivo	42
1.3.2. Productividad	50
1.4. Formulación del problema	56
1.4.1. Formulación de problema general	56
1.4.2. Formulación de problemas específicos	57
1.5. Justificación del estudio	57
1.5.1. Justificación teórica	57
1.5.2. Justificación metodológica	57
1.5.3. Justificación práctica	58

1.5.4. Justificación Económica	58
1.6. Hipótesis	59
1.6.1. Hipótesis General	59
1.6.2. Hipótesis Específica	59
1.7. Objetivos	59
1.7.1. Objetivo General	59
1.7.2. Objetivo Específico	59
II. MÉTODO	60
2.1. Tipo y diseño de investigación	61
2.1.1. Tipo de investigación	61
2.1.2. Diseño de investigación	61
2.2. Variables y operacionalización	61
2.3. Población y Muestra	65
2.3.1. Población	65
2.3.2. Muestra	65
2.4. Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	65
2.4.1. Técnica de recolección de datos	65
2.4.2. Instrumento de recolección de datos	66
2.4.3. Validez	66
2.4.4. Confiabilidad	67
2.5. Métodos de análisis de datos	67



2.6. Aspectos éticos	67
2.7. Desarrollo de la propuesta	68
2.7.1. Situación actual	68
2.7.1.1. Captura y análisis de datos	68
2.7.2. Propuesta de la mejora	69
2.7.2.1. Análisis de alternativa	69
2.7.2.2. Cronograma de implantación	72
2.7.2.3. Presupuesto	77
2.7.3. Implementación de la propuesta	80
2.7.3.1. Describir implementación	80
2.7.3.2. Evidencias	97
2.7.3.3. Curva de aprendizaje	106
2.7.4. Resultados	106
2.7.4.1. Captura y análisis de datos después de la implementación de la propuesta	106
2.7.5. Análisis económico financiero (B/C)	108
III. RESULTADOS	111
3.1. Análisis descriptivos	112
3.2. Análisis inferencial	116
IV. DISCUSIÓN	124
V. CONCLUSIONES	127
VI. RECOMENDACIONES	129

BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXOS	135
Anexo N° 1: Matriz de consistencia o coherencia	136
Anexo N° 2: Validación de juicio de expertos por el Ing. Jorge Luis Baldárago Baldárago	137
Anexo N° 3: Validación de juicio de expertos por el Ing. Marcial Oswaldo Castellano Silva	138
Anexo N° 4: Validación de juicio de expertos por el Dr. Leonidas Bravo Rojas	139
Anexo N° 5: Reporte de producción - Mes de Diciembre 2016	140
Anexo N° 6: Reporte de producción - Enero 2017	142
Anexo N° 7: Reporte de producción - Marzo 2017	144
Anexo N° 8: Reporte de producción - Abril 2017	146
Anexo N° 9: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo de batidora	148
Anexo N° 10: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo de batidora	149
Anexo N° 11: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo de batidora	150
Anexo N° 12: Inspección diaria de planta N° 4 – Equipo de batidora	151
Anexo N° 13: Inspección diaria de planta N° 1– Equipo de Extrusora	152
Anexo N° 14: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo de Extrusora	153
Anexo N° 15: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo de Extrusora	154
Anexo N° 16: Inspección diaria de planta N° 4– Equipo de Extrusora	155
Anexo N° 17: Inspección diaria de planta N° 5 – Equipo de Extrusora	156
Anexo N° 18: Inspección diaria de planta N° 6 – Equipo de Extrusora	157
Anexo N° 19: Inspección diaria de planta N° 1– Equipo Tolva de alimentación	158
Anexo N° 20: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Tolva de alimentación	159
Anexo N° 21: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo Tolva de alimentación	160
Anexo N° 22: Inspección diaria de planta N° 4– Equipo Tolva de alimentación	161
Anexo N° 23: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Cortadora	162

Anexo N° 24: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Cortadora	163
Anexo N° 25: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo Cortadora	164
Anexo N° 26: Inspección diaria de planta N° 4 – Equipo Cortadora	165
Anexo N°27: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Faja transportadora N° 1	166
Anexo N° 28: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Fj. transportadora N° 1	167
Anexo N° 29: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Fj. transportadora N° 2	168
Anexo N° 30: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Fj. transportadora N° 2	169
Anexo N° 31: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Fj. transportadora N° 3	170
Anexo N° 32: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Fj. transportadora N° 3	171
Anexo N° 33: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Fj. transportadora N° 4	172
Anexo N° 34: Inspección diaria de planta N° 2– Equipo Fj. transportadora N° 4	173
Anexo N° 35: Formato de registro de solicitud de mantenimiento correctivo	174
Anexo N° 36: Formato de seguimiento de Reporte de mantenimiento preventivo	175

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Crecimiento de la productividad total de factores	17
Imagen N° 2: Productividad total de factores	18
Imagen N° 3: Diagrama de ishikawa	21
Imagen N° 4: Diagrama de pareto	24
Imagen N° 5: Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa	54
Imagen N° 6: Diagrama de gantt del proyecto - Etapa 1 y 2	75
Imagen N° 7: Diagrama de gantt del proyecto - Etapa 3 y 4	76
Imagen N° 8: Tolva de alimentación	82
Imagen N° 9: Faja transportadora	82
Imagen N° 10: Batidora	83
Imagen N° 11: Extrusora	84
Imagen N° 12: Cortadora de ladrillera	84
Imagen N° 13: Evidencia del seguimiento de mantenimiento antes de la implementación	98
Imagen N° 14: Evidencia del cumplimiento de la orden de trabajo de mantenimiento realizado	99
Imagen N° 15: Evidencia de registro de mantenimiento a realizarse antes de la implementación	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1: Matriz de relacional	22
Tabla Nº 2: Puntaje de causas del problema general	23
Tabla Nº 3: Clasificación de planes de mantenimiento	49
Tabla Nº 4: Matriz de operacionalización de variables	64
Tabla Nº 5: Consolidado de resultados de reportes de producción	68
Tabla Nº 6: Matriz de priorización de alternativa	71
Tabla Nº 7: Etapas del mantenimiento	72
Tabla Nº 8: Cronograma de actividades del proyecto	72
Tabla Nº 9: Presupuesto para la gestión del proyecto	77
Tabla Nº 10: Presupuesto por actividad del proyecto	77
Tabla Nº 11: Inventario de equipos de la planta Nº 1	81
Tabla Nº 12: P.M.P. de la estructura superior e inferior de la tolva de alimentación	85
Tabla Nº 13: P.M.P. de las escamas de la tolva de alimentación	86
Tabla Nº 14: P.M.P. del reductor de la tolva de alimentación	87
Tabla Nº 15: P.M.P. de la faja transportadora Nº 1, Nº 2, Nº 3 y Nº 4	89
Tabla Nº 16: P.M.P. del reductor de fajas transportadora Nº 1, Nº 2, Nº 3 y Nº 4	90
Tabla Nº 17: P.M.P. del motor de faja transportadora Nº 1, Nº 2, Nº 3 y Nº 4	91
Tabla Nº 18: P.M.P. de la batidora	92
Tabla Nº 19: P.M.P. de la extrusora	93
Tabla Nº 20: P.M.P. de la bomba de vacío de la extrusora	93
Tabla Nº 21: P.M.P. del motor de la extrusora	94
Tabla Nº 22: P.M.P. del reductor de la extrusora	95
Tabla Nº 23: P.M.P. de la cortadora	96
Tabla Nº 24: P.M.P. del motor de la cortadora	97
Tabla Nº 25: Evidencia de inspección diaria de planta - Batidora	101
Tabla Nº 26: Evidencia de inspección diaria de planta - Extrusora	102
Tabla Nº 27: Evidencia de inspección diaria de planta - Tolva de alimentación	103
Tabla Nº 28: Evidencia de inspección diaria de planta - Faja transportadora Nº 1	104
Tabla Nº 29: Evidencia de inspección diaria de planta - Cortadora	105
Tabla Nº 30: Análisis de datos después de la implementación	107
Tabla Nº 31: Contraste de análisis de resultados del antes y después de la implementación	108
Tabla Nº 32: Cálculo del tiempo efectivo	108
Tabla Nº 33: Cálculo de producción obtenida	108
Tabla Nº 34: Cálculo de la producción perdida durante el tiempo perdido	109
Tabla Nº 35: Comportamiento de la producción perdida en costos	109
Tabla Nº 36: Cálculo del beneficio del proyecto	109
Tabla Nº 37: Análisis de beneficio / costo	110
Tabla Nº 38: Resumen de procesamiento de casos de la variable dependiente	112
Tabla Nº 39: Análisis descriptivo de la variable dependiente antes de la aplicación	112

Tabla Nº 40: Análisis descriptivo de la variable dependiente después de la aplicación	113
Tabla Nº 41: Resumen de procesamiento de casos de la eficiencia	113
Tabla Nº 42: Análisis descriptivo de la eficiencia antes de la aplicación	114
Tabla Nº 43: Análisis descriptivo de la eficiencia después de la aplicación	114
Tabla Nº 44: Resumen de procesamiento de casos de la eficacia	115
Tabla Nº 45: Análisis descriptivo de la eficacia antes de la aplicación	115
Tabla Nº 46: Análisis descriptivo de la eficacia después de la aplicación	115
Tabla Nº 47: Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorov – Smirnov	116
Tabla Nº 48: Comparación de medias de la productividad antes y después con Wilcoxon	117
Tabla Nº 49: estadísticos de prueba de Wilcoxon para la productividad	118
Tabla Nº 50: Prueba de normalidad de la Eficiencia con Kolmogorov Smirnov	119
Tabla Nº 51: Comparación de medias de la eficiencia antes y después con Wilcoxon	120
Tabla Nº 52: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficiencia	120
Tabla Nº 53: Prueba de normalidad de la eficacia con Kolmogorov – Smirnov	121
Tabla Nº 54: Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon	122
Tabla Nº 55: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficacia	123

## **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo general determinar que con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de los equipos de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A. Así como, determinar que con la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia y la eficacia. En el capítulo I de la investigación hace referencia a toda la descripción de la realidad problemática que tiene la empresa Corporación Rex S.A. Que mediante la elaboración de un diagrama de Ishikawa y elaboración de un diagrama de Pareto se identificaron todas las causas que originan el problema principal de la baja productividad. Además, en este primer capítulo hace referencia a todos los trabajos previos o antecedentes en donde se apoya la presente investigación, además de las teorías existentes tanto del mantenimiento preventivo como de la productividad.

En el capítulo II, hace referencia a todo el marco metodológico en donde se describe el diseño cuasi experimental, de tipo aplicada y explicativa, ya que se detalló el impacto que se tuvo de la implementación del mantenimiento preventivo en la productividad de la planta N° 1 de la empresa. Así mismo, la población y la muestra definida con la cuál se trabajó la investigación es igual, es decir, se consideró como tal la producción alcanzada durante 61 días. En este capítulo también se realiza la descripción de los resultados obtenidos de los reportes de producción antes de la aplicación, por lo tanto, con la elaboración del plan de mantenimiento descrito, se describe el análisis de los reportes de producción después de la implementación realizada. En el capítulo III, se describe los resultados estadísticos obtenidos del contraste de hipótesis general y específicas donde se comprueba las hipótesis alternas mediante el estadígrafo de Wilconxon. En el capítulo IV, se realiza una discusión entre los resultados obtenidos versus las teorías existentes. En el capítulo V, se hace referencia a las conclusiones obtenidas, donde la productividad mejora en un 26,08%, la eficiencia incrementó en un 12,32% y finalmente, la eficacia, incrementó en un 12,66%. Finalmente, en el capítulo VI, se realizan las recomendaciones, de acuerdo a la problemática descrita y a los resultados concluyentes obtenidos.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, productividad, disponibilidad de equipos, eficiencia, eficacia

## ABSTRACT

The present investigation has as general objective to determine that with the implementation of a preventive maintenance plan it increases the productivity of the equipment of the plant N°1 of the company Corporación Rex S.A. As well as, determine that with the implementation of preventive maintenance increases efficiency and effectiveness. In chapter I of the investigation refers to all the description of the problematic reality that the company Corporación Rex SA has. That by means of the elaboration of an Ishikawa diagram and elaboration of a Pareto diagram all the causes that originated the main problem of the low productivity were identified. In addition, this first chapter refers to all the previous work or background that supports the present investigation, in addition to the existing theories of both preventive maintenance and productivity.

In Chapter II, it refers to the entire methodological framework where the quasi-experimental design is described, applied and explanatory, as it was detailed the impact of the implementation of preventive maintenance on the productivity of plant No. 1 of the company. Also, the population and the defined sample with which the research was worked is equal, that is, the production reached for 60 days was considered as such. In this chapter also the description of the results obtained from the production reports before the application is made, therefore, with the elaboration of the described maintenance plan, it is described in analysis of the production reports after the realized implementation. Chapter III describes the statistical results obtained from the general and specific hypothesis test where the alternative hypotheses are checked using the Wilconxon statistic.

In Chapter IV, a discussion is made between the results obtained versus the existing theories. In Chapter VI, reference is made to the conclusions obtained, where productivity improved by 26.08%, efficiency increased by 12.32% and finally, efficiency increased by 12.66%. Finally, in chapter VII, the recommendations are made, according to the problem described and the conclusive results obtained.

**Keywords:** Preventive Maintenance, Productivity, Availability of equipment, Efficiency, Effectiveness

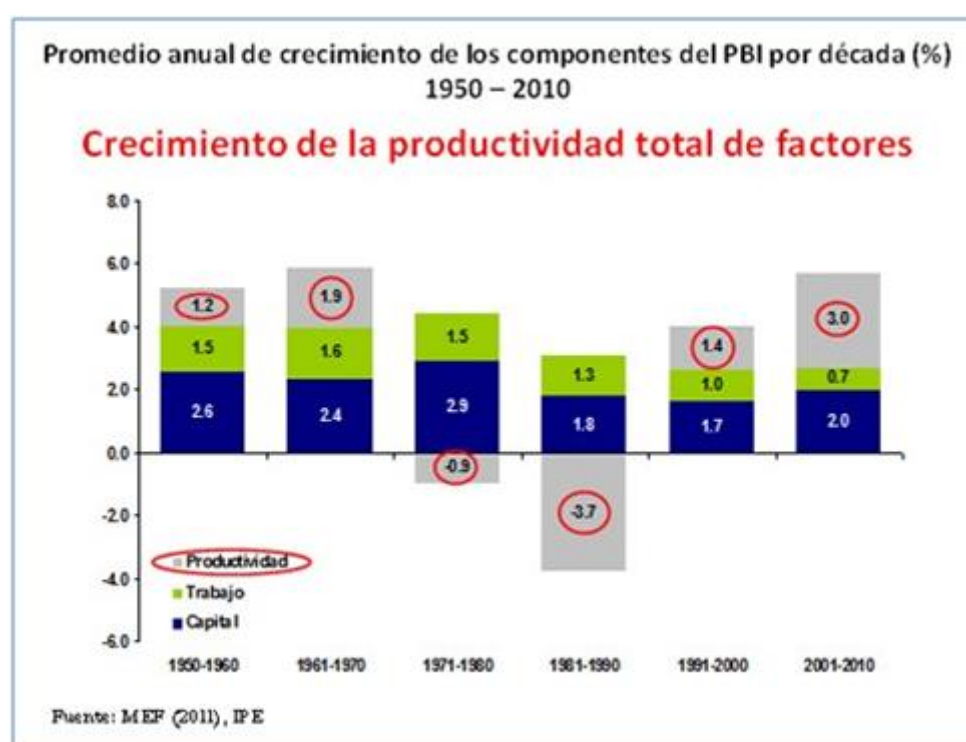


## **I. INTRODUCCIÓN**

### 1.1. Realidad problemática

La productividad es considerada un índice de crecimiento, si se traduce a términos de un país, lo que se busca es utilizar la menor cantidad de recursos posibles para poder generar más. Es importante considerar y tener presente una serie de indicadores, los cuales harán que la empresa se enfoque en ellos para poder ver los avances o retrocesos que surjan en los distintos procesos de la organización.

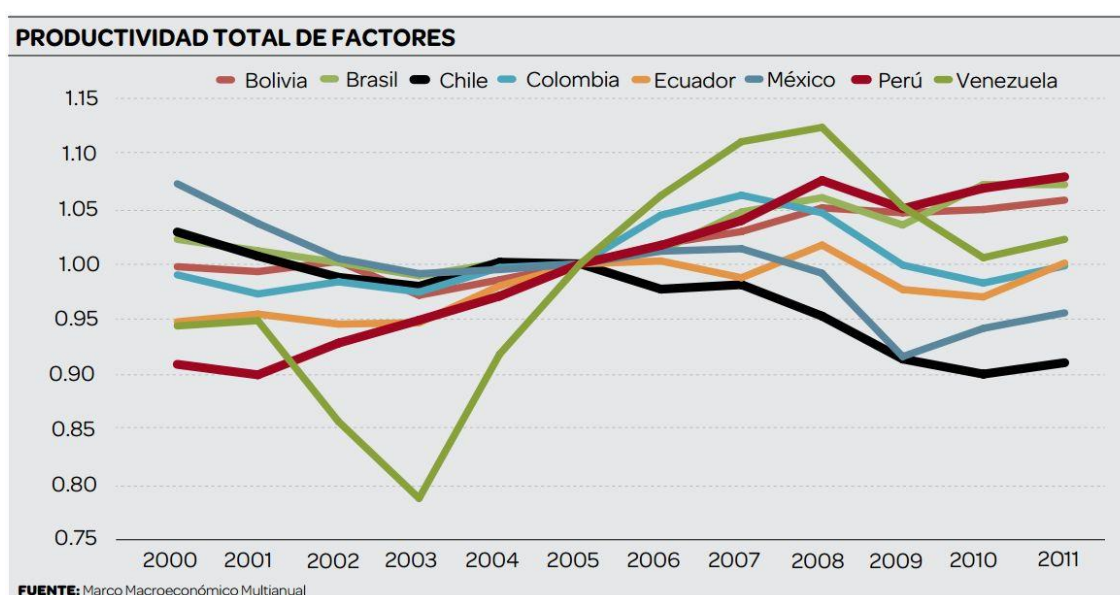
Imagen N° 1: Crecimiento de la productividad total de factores



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2011)

La peor caída de la Productividad Total de Factores (PTF) se registró en el último año, con un retroceso de 4.5%, de acuerdo al estudio de la firma, que reproduce la Cámara de Comercio de Lima (CCL). El Perú cayó 7.8% en productividad entre el 2011 y el 2014, según The Conference Board. "Si bien esta tendencia es un fenómeno que afecta a toda la región, la contracción en la economía peruana supera a la del resto de países miembros de la Alianza del Pacífico y es la segunda mayor caída en la región detrás de Argentina (-10.9%)", precisó César Peñaranda, director ejecutivo del Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) de la CCL.

Imagen N° 2: Productividad total de factores



Fuente: Marco Macroeconómico Multianual (2013)

La fuente de información REVISTA SEGURIDAD MINERA (Escrito por el Mg. Ing. Victor Ortiz Álvarez, director de IPEMAN y vicepresidente para América del Sur del Comité Panamericano de Mantenimiento – 18 octubre 2016) nos hace referencia: “El presente año, el Instituto Peruano de Mantenimiento–IPEMAN, encuestó a 30 empresas de los sectores económicos más importantes del país (4 mineras, 5 eléctricas, 10 industriales, 4 de servicios, 3 agroindustriales, 2 pesqueras y 2 de transportes), a fin de realizar un análisis previo a la próxima “Encuesta Nacional de Mantenimiento” que se desarrollará a finales de año. Entre los datos más resaltantes, figura que el 80% de las empresas encuestadas no ha implementado políticas de mantenimiento que garanticen la correcta y eficaz gestión de sus funciones y responsabilidades. Por un lado, el 75% no cumple los planes de mantenimiento preventivo – predictivo. Por otro lado, la mitad de los encuestados registran elevados niveles de mantenimiento correctivo; y cerca del 90% desconoce los criterios de la norma ISO 55000 referente a gestión de activos.

Este pequeño extracto de respuestas demuestra una realidad que requiere un acelerado cambio de curso en el timón empresarial para mejorar la gestión productiva. Muchas empresas destinan entre el diez y el treinta por ciento de sus costos de producción a cubrir los gastos de mantenimiento; por lo tanto,

estamos frente a un gran reto que requiere un enfoque eficaz para reducirlo sustantivamente.

Podemos añadir también que, la aplicación de un buen plan de mantenimiento es aquel que ha analizado todos los fallos posibles, y que ha sido diseñado para evitarlos. Eso quiere decir que para elaborar un buen plan de mantenimiento es necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la planta. La ocasión perfecta para diseñar un buen mantenimiento programado que haga que la disponibilidad y la fiabilidad de una planta industrial sean muy alta, es durante la construcción de ésta. Cuando la construcción ha finalizado y la planta es entregada al propietario para su explotación comercial, el plan de mantenimiento debe estar ya diseñado, y debe ponerse en marcha desde el primer día que la planta entra en operación.

CORPORACION REX S.A. tiene sus inicios de actividad el 23 de enero del 2016. Es una empresa que viene mejorando día a día en calidad de sus productos y en atención al cliente, logrando posicionarse en el mercado competitivo de la venta de ladrillos en sus diferentes presentaciones. Sin embargo, como toda empresa tiene problemas internos que es necesario poder solucionar para el buen manejo y funcionamiento de la empresa.

Tras realizar la observación del proceso productivo en la empresa se encontró que el problema principal y recurrente es el de la baja productividad. Encontrándose en ascenso la gestión organizacional de la empresa, se ha observado que a veces no se cumple con la meta asignada de producción, y que hay paradas de máquina causadas por falta de mantenimiento. Además, no se tiene un plan en el cuál se indique las fechas programadas de cada uno de estos, no se cuenta con documentación alguna donde se lleve un control de todo lo realizado en las máquinas. Como consecuencia, no se conoce cuando se ha realizado el último mantenimiento. Todo esto disminuye la producción generando retrasos y como consecuencia, baja productividad.

La falta de esta gestión afecta no solo a la producción, no teniendo claro cuantas horas programadas se deben de considerar para asegurar la operatividad y disponibilidad de los equipos sino también a la falta de manejo

de presupuesto por centro de costos de cada equipo por línea de producción, no permitiendo identificar lo invertido versus lo presupuestado.

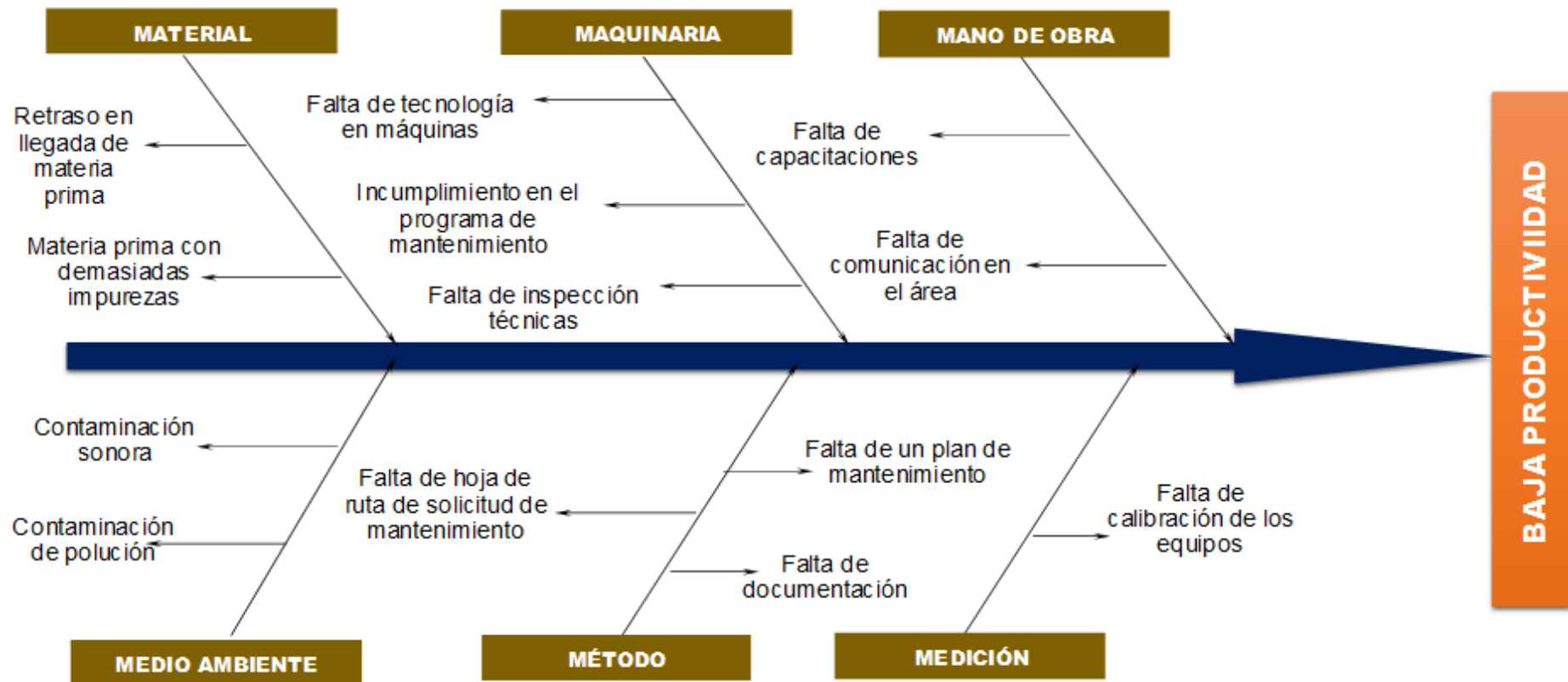
CORPORACIÓN REX S.A. cuenta con dos plantas operativas, en la cual la presente investigación se centra en el análisis de la producción de la planta N°1 donde se pudo identificar que el retraso de producción se encuentra ahí por la falta de un plan de mantenimiento preventivo. Para la identificación del cuello de botella se realizaron observaciones en donde se identificaron un bajo nivel de control durante el proceso de desarrollo de material (ladrillos), se presentaron retrasos en cuanto a la producción, organización en tiempos programados; fechas, horas máquinas operativas disponibles para su normal y adecuado funcionamiento. Por tal motivo esto altera y disminuye el porcentaje de productividad, eficiencia y eficacia del equipo.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, ese es el punto de análisis en donde se centra la presente investigación, pues en realizar una corroboración de teorías de la aplicación de un plan mantenimiento preventivo para el incremento de la productividad contrastándolas con la realidad de la empresa con la finalidad de brindar una solución al problema general de la planta N° 1 de la empresa y de la presente investigación.

A continuación, se presentan las causas identificadas en la Planta N° 1 que originan la baja productividad en la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A. por medio de un diagrama de Ishikawa, matriz de relación de causas para su cuantificación en un diagrama de pareto.

Al conocer los problemas de la planta N° 1, se analizaron las posibles causas mediante el diagrama de Ishikawa, obteniendo lo siguiente:

Imagen N° 3: Diagrama de ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado las causas del problema de la planta N° 1 en el diagrama de Ishikawa, se procede a realizar la matriz de relacional de las causas del problema principal para la elaboración del Pareto.

Tabla N° 1: Matriz de relacional

<b>Causas</b>	Retraso en llegada de materia prima	Materia prima con demasiadas impurezas	Falta de tecnología en máquinas	Incumplimiento en el programa de mantenimiento	Falta de inspección	Falta de capacitaciones	Falta de comunicación en el área	Falta de hoja de ruta de solicitud de mantenimiento	Falta de un plan de mantenimiento	Falta de documentación	<b>Puntaje</b>
Retraso en llegada de materia prima	X	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Materia prima con demasiadas impurezas	0	X	0	1	1	0	0	0	1	0	3
Falta de tecnología en máquinas	0	0	X	0	0	1	0	0	1	0	2
Incumplimiento en el programa de mantenimiento	0	3	1	X	3	3	3	3	3	3	22
Falta de inspección	1	3	1	3	X	2	2	2	3	0	17
Falta de capacitaciones	0	1	1	3	1	X	0	0	3	1	10
Falta de comunicación en el área	1	0	0	1	0	0	X	1	1	0	4
Falta de hoja de ruta de solicitud de mantenimiento	0	3	2	3	2	0	3	X	3	3	19
Falta de un plan de mantenimiento	0	3	3	3	3	3	3	3	X	3	24
Falta de documentación	1	1	0	3	0	2	0	3	3	X	13

Leyenda de ponderación	0	No impacta
	1	Poco impacto
	2	Mediano impacto
	3	Alto impacto

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado las causas del problema de la planta N° 1 en el diagrama de Ishikawa, se procede a cuantificar la frecuencia de ocurrencia de los eventos (causas) y ponderar su impacto, mediante el análisis del 80 – 20.

Tabla N° 2: Puntaje de causas del problema general

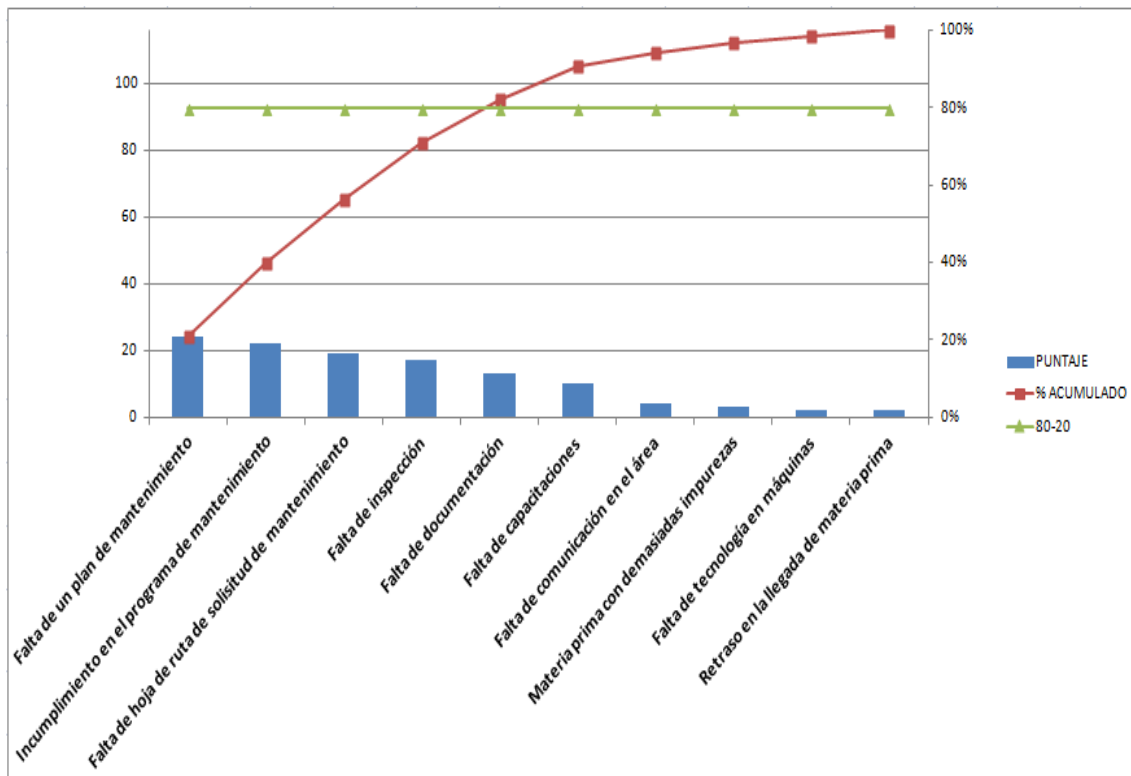
CAUSAS	PUNTAJE	% ACUMULADO	ACUMULADO	80-20
Falta de un plan de mantenimiento	24	21%	24	80%
Incumplimiento en el programa de mantenimiento	22	40%	46	80%
Falta de hoja de ruta de solisitud de mantenimiento	19	56%	65	80%
Falta de inspección	17	71%	82	80%
Falta de documentación	13	82%	95	80%
Falta de capacitaciones	10	91%	105	80%
Falta de comunicación en el área	4	94%	109	80%
Materia prima con demasiadas impurezas	3	97%	112	80%
Falta de tecnología en máquinas	2	98%	114	80%
Retraso en la llegada de materia prima	2	100%	116	80%

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos para en el recuadro anterior se procede a realizar la gráfica correspondiente para observar la tendencia de impacto de causas del problema, en función a la herramienta de calidad: 80 – 20, diagrama de Pareto:



Imagen N° 4: Diagrama de pareto



Fuente: Elaboración propia

Según la imagen N° 4, podemos identificar que los retrasos de la producción y por ende la baja productividad de la planta N°1 se debe principalmente por:

- Falta de un plan de mantenimiento
- Incumplimiento en el programa de mantenimiento
- Falta de hoja de ruta de solicitud de mantenimiento
- Falta de inspección

Por lo tanto, la finalidad de la presente investigación es poder diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la productividad de la planta N° 1 de la empresa CORPORACIÓN REX S.A. que contribuya no solo a la solución del problema general, sino también a la adopción de una nueva metodología de trabajo que beneficiará a la empresa aumentando los índices de disponibilidad de los equipos de la planta N° 1; mejorando los índices de eficiencia y eficacia de planta a través del cumplimiento de los mantenimientos preventivos planificados para cada equipo.

## **1.2. Trabajos previos**

CEDEÑO M, J. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en la norma covenín 3049-93 para la planta de mezcla de fluidos de perforación en la empresa PROAMSA. TESIS. (Ingeniero Industrial). Instituto Universitario Politécnico Santiago Nariño de Maturín. Venezuela (2013) 180 pp.

La investigación citada consistente en la realización de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de mezcla de fluidos de perforación las operaciones de la planta, cuyo funcionamiento está orientado a la disminución del tiempo de procesamiento de fluidos base aceite en los taladros. Dentro de los objetivos de la investigación, los cuales propone el tesista, propuso para su desarrollo describir la condición actual de los equipos y maquinarias, así mismo identificar las fallas que afectan su funcionamiento y en consecuencia, analizar los costos que se generan para la puesta en marcha. En este orden de ideas la modalidad de la investigación de campo y documental con un nivel descriptivo, ya que propone solución a una problemática mediante técnica de recolección de datos y análisis. Con la propuesta de las mejoras del plan de mantenimiento preventivo en todas sus etapas, se garantiza un mejor funcionamiento de las maquinas permitiendo la disminución de las fallas recurrentes que puedan presentarse.

El marco metodológico de la investigación citada se basó en la modalidad de proyecto factible, el cual se fundamenta en el análisis que conlleva a la solución de un problema de manera práctica, que permiten acceder a beneficios en diferentes áreas del día a día.

El tipo de investigación es de campo, puesto que se llevará a cabo en el lugar donde se localiza la situación objeto de análisis lo cual permitirá una mayor comprensión y apreciación de las instalaciones en donde se ejecutan las actividades de mezcla de fluidos de perforación. De acuerdo al problema planteado estuvo enmarcado en el nivel descriptivo porque se relataron situaciones de la realidad tal cual se presentan y se pretende elaborar el plan de mantenimiento preventivo en la planta de mezcla de fluidos de perforación en PROAMSA. La unidad objeto de estudio estuvo constituida por los equipos

que conforman la planta de mezcla de fluidos de perforación (bombas, agitadores, compresor y generador), con una población referencial total de 5 personas (2 operadores, 1 persona de mantenimiento y 2 electricistas) los cuales laboran en la planta de distribución de PROAMSA.

En la investigación citada como técnicas de recolección de datos se utilizaron la observación directa, la revisión documental y elaboración de entrevista estructurada. Y como instrumentos de análisis de contenido se utilizaron las herramientas Diagrama Circular, Diagrama de Pareto, Diagrama Causa-Efecto y la Matriz FODA.

Por lo tanto, la investigación citada sirve de referencia a pasos a seguir y a considerar para la realización de un buen plan de mantenimiento. Pues para cumplir con el objetivo deseado, es necesario, en una primera instancia, poder conocer el estado actual de los equipos que conforma la planta N° 1 de Corporación REX S.A., en los criterios, recopilar las fallas que se presentan en cada uno de los equipos, con su respectiva frecuencia y periodicidad de cada uno de los eventos, para poder realizar el plan de mantenimiento y poder cuantificar su inversión.

LEMA Vargas, G. Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en ICAPEB. TESIS (Ingeniero Industrial). Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador. (2011), 246 pp.

Para el desarrollo de la investigación citada, el autor realizó una descripción de la empresa, a fin de entender los objetivos y políticas de la compañía de manera que el TPM ayude a cumplir con las metas de la misma, para esto se analizó el estado actual del departamento de mantenimiento con el propósito de encontrar los problemas que tiene el área para establecer los puntos de mejora. Fue necesario conocer el organigrama de la empresa para saber la posición jerárquica y por ende la importancia del área y además como ha sido estructurada dentro de la compañía.

En la investigación citada, el autor no solo describe la implementación del TPM sino una serie de estrategias como la de 5'S como complemento para su objetivo general. La investigación es de tipo aplicada, explicativa y descriptiva, cuyo diseño de investigación es experimental. Para medir los resultados toma como muestra a dos operadores el cual mide el desempeño en función a la producción y tiempo para evaluar el impacto de las estrategias.

Se realizó una auditoría del departamento de mantenimiento, mediante encuestas a los operarios de producción, mantenimiento y supervisores, a fin de saber el estado real del departamento. Luego se analizó los problemas propios de la empresa sobre los cuales se trabajó mediante diagramas de causa - efecto y un análisis FODA que complementa la visión de la situación actual de la empresa y el departamento de mantenimiento. Una vez depurada y analizada toda la información del tema en estudio se procedió a plantear la formulación del caso práctico, el primer paso es la enseñanza de la teoría de la metodología del TPM a un grupo considerable y de distintos niveles de planta, donde, es vital la participación de personal de línea y si estos forman de alguna manera un liderazgo nato mucho mejor. El segundo paso es la aplicación del mantenimiento autónomo y se continúa con la aplicación de las 5S, para finalmente reafirmar la teoría del TPM, y capacitar al personal de línea.

Para la validación del sistema TPM en la planta Icapeb Cia. Ltda., se evaluó y eligió el área más crítica de la planta, de donde se escogió un equipo piloto y se calculó su indicador EGE inicial (60%), se aplicó el Mantenimiento Autónomo y Planificado, para luego de ciertos intervalos de tiempo realizar cálculos del EGE final (80%) y comparar con los anteriores, para finalmente aplicar la metodología descrita al resto de equipos. (Lema Vargas, 2011)

La tesis citada, tiene como finalidad la implementación de la estrategia del TPM, en donde hace referencia que no solo es importante aplicar la parte técnica y operativa de la misma, sino es importante la sensibilización del capital humano, compartiendo el conocimiento y sensibilizando a todos los colaboradores para su ejecución correcta y su mantenibilidad en el tiempo. Para la empresa Corporación REX S.A. es importante conocer cuál es la

situación actual del área de Mantenimiento, pues al ser una empresa con pocos años de consolidación y reorganización, existe la debilidad de la falta de documentación y concientización colectiva de la aplicación correcta del mantenimiento, desde su documentación hasta su ejecución para poder controlar y dar seguimiento oportuno a todos los equipos que conforman la planta industrial.

STRONCONI P, D. y TAMOY R. Proponer un plan de mantenimiento correctivo – preventivo de los transformadores de distribución en la empresa ELEBOL. TESIS (Ingeniero industrial). Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar. Escuela de Ciencias de la Tierra. Bolívar – Venezuela (2010), 117, pp.

El autor de la investigación citada, hace referencia a la metodología que siguió para la realización de su investigación, pues la califica como una investigación de tipo descriptiva, evaluativa, aplicada y de campo.

Para desarrollarla se utilizaron técnicas de recolección de datos como la observación directa, entrevistas no estructuradas y el método de mantenimiento de análisis de modo y efecto de falla (AMEF).

Contando como población y muestra los empleados y equipos presente en el taller de la empresa. Como resultado se obtuvo que el trabajo es realizado de forma empírica por parte del personal encargado del mantenimiento y al momento de ejecutarlo no se tiene una secuencia de actividades definidas. (Stronconi P, y otros, 2010)

Como aporte a la presente investigación, en el aspecto metodológico se puede identificar que también el autor citado califica sus investigación de tipo experimental aplicada y se apoya en la técnica de investigación, la observación, sin embargo, utiliza las entrevista como instrumento de recopilación de datos, teniendo como resultado que la aplicación del mantenimiento de manera pragmática no es la adecuada, ya que su impacto a nivel general, no será el más efectivo. Para nuestra investigación, se utiliza como instrumento de observación, las fichas de reporte de producción, en donde se analiza el comportamiento de la producción en relación a la

aplicación de un plan de mantenimiento, pues mediante los indicadores definidos, se pretende analizar el comportamiento de la disponibilidad de los equipos, eficiencia y eficacia de la planta N° 1 de Corporación REX S.A.

BECERRA Arévalo, G. y MELCHOR Romero, J. El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero. TESIS. (Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú (2012). 288pp.

El objetivo de esta investigación citada fue el optimizar en base a un Análisis de Confiabilidad, la Gestión del Mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación de la Planta Concentradora Berna II, en el Centro Minero Casapalca. Del diagnóstico efectuado a la actual Gestión del Mantenimiento de los equipos en la Planta Concentradora Berna II se llega a la conclusión de que por falta de conocimiento del personal de mantenimiento en el manejo de técnicas cualitativas y cuantitativas, dicha Gestión del Mantenimiento es ineficiente, lo que conlleva a serias pérdidas de confiabilidad, horas de disponibilidad de los equipos y pérdidas económicas para la compañía, teniendo en cuenta que cada parada de planta por falla de los equipos principales de los procesos productivos, implica una pérdida económica de aproximadamente 7 500 ton/día.

El autor citado considera a su investigación como de carácter analítica explicativa y correlacional, en donde las técnicas de recolección y procesamiento de datos se realizó con datos primarios provenientes de la información proporcionada en forma directa por las personas que trabajaban en el área de mantenimiento de la Planta Concentradora Berna II en el centro Minero Casapalca, las cuales representa el historial de fallas y de reparaciones de los equipos críticos de la línea de flotación obtenidos durante el año 2010. Como otro instrumento de recolección de datos, fue elaborada una encuesta referente al grado de conocimiento del personal de mantenimiento de la planta sobre la temática de “Confiabilidad de equipos y sistemas” así como de técnicas cualitativas y cuantitativas del mantenimiento.

De los resultados obtenidos en la citada tesis, se llega a la conclusión que empleando la combinación de las técnicas cualitativas y cuantitativas del mantenimiento, y utilizando como herramientas: los datos históricos del tiempo entre fallos de equipos, el Software DISMA el Software RELEST y el Análisis de Confiabilidad, se logra optimizar la Gestión del Mantenimiento de los equipos. (Becerra Arévalo, y otros, 2012)

Por lo tanto, en relación a lo mencionado podemos decir que la confiabilidad y la disponibilidad son dos variables importantes en el mantenimiento, pues son dos criterios importantes que se aplican para analizar el comportamiento del funcionamiento de los equipos industriales con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento, la operativa y la continuidad del servicio de la planta industrial en análisis.

Es importante resaltar que las pérdidas presentadas por la falta de mantenimiento se cuantifican en pérdidas económicas, pues una unidad de tiempo de indisponibilidad en los equipos, representa una cantidad determinada de tonelaje de producción menos para el cumplimiento del objetivo de la empresa.

CRUZADO Sánchez, A. Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de MYPES del sector textil. TESIS (Ingeniero Industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – Perú. (2014), 99 pp

El modelo está basado en un programa de mantenimiento preventivo programado, sostenido por la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Esta metodología permite establecer las actividades de mantenimiento necesarias en base a las funciones que realizan las máquinas, así como de los resultados que se esperan obtener a través del funcionamiento de las mismas. Las actividades son identificadas a través de la herramienta AMFEC (Análisis de Modo de Fallas, Efectos y Criticidad), la cual se enfoca en

los estados de falla, en los efectos producidos y en los períodos de tiempo en el cual se presentan.

El presente modelo de mantenimiento tiene como objetivos principales el aseguramiento de los niveles de producción, maximizar la disponibilidad de las máquinas, reducir la existencia de repuestos, maximizar los trabajos programados, garantizar la seguridad y maximizar la productividad de los trabajadores. (Cruzado Sánchez, 2014)

El autor citado sigue desarrolla su investigación bajo un modelo de tipo aplicada, y explicativa y descriptiva. A su vez, pre experimental longitudinal de tendencia, ya que utiliza la misma muestra para medir los resultados de la aplicación de la estrategia antes y después de su aplicación para su contraste mediante el instrumento de recolección de datos de la encuesta, aplicada a un grupo de 40 empresas MyPEs.

La tesis citada plantea un modelo de gestión de mantenimiento bajo el enfoque de la gestión por proceso que mediante estrategias de aseguramiento de las máquinas y respuestas rápidas en caso de que suceda algún desperfecto, permitan elevar el nivel de producción para así atender los requerimientos de producción solicitados por los clientes. Una de las finalidades del proyecto citado fue, proponer un modelo que desarrolle actividades que agreguen valor a los procesos y que impacten en la mejora de productividad y por consiguiente alcanzar la competitividad de las empresas.

Por consiguiente, como aporte a nuestra investigación podemos decir que, la aplicación de una gestión por procesos es muy beneficiosa ya que permitirá identificar cuáles son los procesos claves del área de mantenimiento de la empresa como área de soporte, permitirá cuantificar las actividades realizadas para ejecutar un mantenimiento en un equipo determinado de análisis. Además de ello, comparte una nueva metodología como la AMFEC para la identificación de fallas o incidencias presentadas en los equipos de la planta N° 1, estados de las fallas, impacto y nivel de criticidad para la planta de producción de Corporación REX S.A.



GUEVARA Mendoza, R. y OSORIO Izaquita, P. Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicio de transporte interdepartamentales. TESIS (Ingeniero Mecánico). Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla – Colombia (2014), 116 pp.

La necesidad de la investigación citada es ejecutar un plan de mantenimiento preventivo de una flota de transporte, para ello, se toman en cuenta la calidad y el cumplimiento de los servicios que este se presta. Ya que se identifica que el índice de fallas y errores imprevistos reportador por los usuarios es alto. Por lo tanto, a través del estudio se pretende aumentar la fiabilidad, permitiendo la optimización de los recursos y en definitiva, reducir los costos y contribuir a la eficiencia global de la empresa prestadora de servicios.

La empresa en la cual se desarrolla el proyecto se dedica al transporte público de pasajeros en modalidad interdepartamental. Para prestar esos servicios utiliza buses marca Hino, Scania y LB 150. Para el éxito del negocio, la disponibilidad de los buses debe ser de al menos 95%, sin embargo se presenta una cantidad de fallas, que resultan en una disponibilidad promedio de 78%. En este estado la operación pierde rentabilidad, porque por un lado los buses no están operando y generando ingresos y de otro lado, están en taller y para resolver las fallas es necesario realizar alguna inversión.

La pertinencia de este plan de mantenimiento preventivo ofrece ciertas ventajas al generar un proceso eficiente, que garantiza la producción, y el mantenimiento de los equipos operables, aumentando la vida útil de estos. Pretende realizar un modelo de mantenimiento preventivo que ayude a una inspección constante para tomar decisiones basadas en criterios de ingeniería y desempeño de los elementos que conforman la producción. Realizando una planificación supervisada que ayudará a documentar los mantenimientos que se aplica a cada una de las flotas de transporte, llevando un historial de desempeño de cada uno y así prevenir fallas.

La metodología seguida por los autores citados es de una investigación descriptiva, pues solo se tiene una sola variable de análisis y describe el

desarrollo de la estrategia. Realiza un análisis de la situación actual mediante la identificación de las fortalezas y debilidades del sistema de mantenimiento y la elaboración de una encuesta como instrumento de recolección de datos como identificación de la frecuencia de las fallas actuales en los equipos dirigida a los operadores y a los mecánicos actuales, los cuales representan una muestra de 38 operadores de una población de 78 operadores

Como objetivos específicos de la investigación citada se tienen el conocer las características del actual sistema de mantenimiento preventivo e identificar las fortalezas y debilidades. Así mismo, el determinar cuáles son las fallas relevantes para ajustar las actividades de mantenimiento preventivo que corresponda a este mismo y, finalmente, elaborar el plan de mantenimiento preventivo ajustado a las necesidades de la flota para garantizar su aplicación y mejorar en la disponibilidad.

Luego de la identificación de las fallas más frecuentes, se elaboró el plan de mantenimiento propuesto ajustado a las necesidades de la empresa, de la mano de la elaboración de procedimientos y documentaciones como ordenes de trabajo, ordenes de lubricación, reportes de inspección órdenes de compra.

De los resultados obtenidos de la encuesta realizada en uno de los objetivos de este proyecto se concluye que, el 60% de la eficiencia y rendimiento no es alto, teniendo en cuenta nuestro cronograma de actividades que hemos desarrollado garantizamos a la empresa que lo acobije esta les ofrezca a sus clientes una flota de buses confiable, ya que estos operan en mejores condiciones de seguridad, conociéndose su estado y calidad de funcionamiento. También se tiene como conclusión que el 50% encuestado mencionan no tener una disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los procesos de reparación y mantenimiento. Con este cronograma de actividades y los formatos podrán tener una alta disponibilidad para los recursos necesarios.

Con la ejecución del plan de mantenimiento se logró que los costos de reparaciones anuales bajen con gran variedad, lo cual es de suma importancia ya que la empresa consta con una mayor rentabilidad. En el año 2013 comenzó

la implementación de este plan a partir de allí vemos que los costos disminuyeron en: \$9.875.586.000 para el año 2014 se prevé que los costos sean \$ 7.202.586.000.

Por lo tanto, podemos concluir como aporte al desarrollo de la presente investigación que un plan de mantenimiento preventivo contribuye a la mejoría de la confiabilidad y fiabilidad de los equipos para asegurar el buen funcionamiento y no interrumpir a la producción. A su vez, que además es de suma importancia ya que tiene beneficios en el índice de incidencias y posibles accidentes que se pueden ocasionar por la falta de un mantenimiento adecuado de los equipos y finalmente, que el ahorro en costos de mantenimiento se pueden llegar a reducir si se aplica de la manera de adecuada con el apoyo de todo el personal.

COSTA Silva, G. y Guevara Haro, J. Elaboración de un plan de mejora para el mantenimiento preventivo en los sistemas de aire acondicionado de la red de telefónica del Perú zonal, basado en la metodología Ishikawa – Pareto. TESIS. (Ingeniero Electrónico). Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú (2015), 102 pp.

Con el fin de optimizar la competitividad y reducir sus costos operativos Telefónica del Perú empezó a finales de los años 90 un proceso progresivo de tercerización en muchas de sus áreas operativas. Es así como en el año 2012 adjudica a la Empresa Huawei del Perú S.A. el mantenimiento de sus sistemas de energía y aire acondicionado en la Región Norte del país<sup>4</sup>. En el lapso de un año a partir de la adjudicación antes mencionada no obstante la destacada labor de mantenimiento de Huawei, se han venido acumulando un exceso de costos que son particularmente notables en el mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado. Este hecho hace que tanto el operador Movistar como la Empresa Huawei cuestionen la eficacia del actual Plan de Mantenimiento Preventivo.

En cuanto al aspecto metodológico que siguió el investigador, plantea una tesis de carácter cuantitativo – cualitativo, es decir, de un enfoque mixto, de finalidad

aplicativa y se tomarán datos de los ocurrido en el campo para realizar una base de datos que permita evaluar las estadísticas de incidencias de averías del Sistema de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte de Telefónica del Perú, lo cual a su vez permitirá desarrollar la Metodología Ishikawa – Pareto con la finalidad de analizar las deficiencias en el Mantenimiento Preventivo de los sistemas de aire acondicionado de la Red de Telefónica del Perú Zonal Norte. La población indicada para la presente investigación fue definida por 600 equipos de aire acondicionados y mediante el cálculo estadístico de la muestra se determinó la cantidad de 334 equipos de aires acondicionados a analizar.

La técnica de recolección de datos que se utilizaron en la tesis citada fue la lluvia de ideas con el apoyo de 5 profesionales convocados, el cual se tuvo como resultado que las causas que originan el problema principal son: La falta de un sistema de almacenes virtuales, la falta de un sistema para la trazabilidad de eventos en aire acondicionado, la falta de un referente técnico a nivel de todo el proyecto y la falta de capacitación en management a los supervisores y Team leader.

Dichos problemas mencionados pueden ser solucionados, según la propuesta del investigador mediante la elaboración y ejecución de planes de mejora de dimensión de recursos humanos, métodos de trabajo, recursos y equipamiento y recursos de gestión.

Por lo tanto, la tesis citada nos deja como aporte que para el desarrollo de cualquier mejora es necesario contar no solo con la parte técnica sino también con la parte de recursos humanos y recursos tecnológicos que sirvan de apoyo para el diseño de herramientas que faciliten la implementación de la mejora. Así mismo, la aplicación de la técnica del Ishikawa y Pareto es una herramienta que sirve de mucha ayuda para identificar todos los factores causantes de un problema y llegar a conocer la causa raíz de la misma.

BOJORQUEZ Esquer, F. Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para el área de texturizado de una empresa productora de yeso. TESIS (Ingeniero Industrial y Sistemas). Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora – México (2008), 68 pp.

La investigación citada cuenta con el siguiente planteamiento de problema en el área de texturizado de una planta productora de yeso que se detectó en el área de mantenimiento existentes irregularidades en la aplicación del mantenimiento preventivo. La forma de operar del departamento es que cada que ocurría una falla se realizaba una acción correctiva, no se cuenta con indicadores que midan el desempeño del nivel de calidad en el mantenimiento de los equipos y hay falta de conocimiento en los empleados hacia la maquinaria que se utiliza ya que no se les brinda frecuentemente capacitación del funcionamiento correcto de los equipos y como cuidar sus propias máquinas.

El objetivo principal que se pretende alcanzar en el diseñar un plan utilizando la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de texturizado, para corregir defectos menores, un pobre desempeño, paradas ocasionales y las descomposturas del equipo, también evitar la pérdida de eficiencia y optimizar la vida de la maquinaria.

La técnica que se utiliza para analizar la problemática es la observación directa, describir las actividades de sus trabajadores diseñándose las actividades, con lo anterior definir un catálogo de los equipos, elaborar un calendario de mantenimiento para los mismos y reconocer el deterioro gradual de las máquinas y a la vez, utilizando el instrumento de recopilación de datos “Registro de producción de texturizado”.

En el estudio realizado se logró concientizar a la empresa con la importancia de una implementación de un TPM y a la vez a la escucha de las máquinas y al aprender a interpretar su lenguaje, pues a través de los síntomas que presentan es mejor detectar a tiempo los defectos menores que llegan a la descompostura de la máquina.

Como aporte a nuestra investigación podemos identificar que para la aplicación de un mantenimiento a través de la estrategia TPM es necesario conocer la situación de los equipos con los cuales se trabajan, interpretar sus síntomas

mediante las fallas que se presentan. Es por ello que, en Corporación REX S.A. se cuenta inicialmente con un inventario de equipos los cuales se tienen registrados para llevar el control oportuno de cada evento que se presenta y realizar el plan de mantenimiento correspondiente.

PAÉZ Espinal, V. Desarrollo de un sistema de información para la planificación y control del mantenimiento preventivo aplicado a una planta agroindustrial. TESIS (Ingeniero Informático). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú (2011), 73 pp.

Este tema de tesis se presenta como una alternativa para las plantas agroindustriales a través de una herramienta informática que ayude a mantener informada al área de producción sobre las tareas de mantenimiento actuales y programadas. Ofrece servicios como la administración de máquinas, la planificación de mantenimientos preventivos y de las tareas que lo comprenden, la distribución de las herramientas, repuestos, recursos humanos y reprogramación de tareas.

El objetivo del presente proyecto es realizar el análisis, diseño e implementación de un sistema que sea de ayuda para determinar la estrategia de mantenimiento preventivo más adecuada, en un entorno gráfico basado en ventanas, que soporte los procesos del mantenimiento preventivo en las plantas de producción agroindustriales.

La dificultad se encuentra en determinar las asignaciones de recursos humanos, herramientas y repuestos para una determinada tarea de mantenimiento a sus maquinarias, cuyo fin es minimizar la probabilidad de incurrir en incumplimientos, atrasos, o baja calidad en la producción. Para ello se plantean soluciones representadas en objetivos y se define un plan, el cual se desarrolla usando una adaptación de la metodología RUP. Seguidamente se detalla la arquitectura cliente-servidor para la implementación de la solución, luego se muestran las herramientas, lenguajes de programación empleados y las pruebas llevadas a cabo para determinar su calidad. Finalmente, se hacen observaciones y se concluye que la asignación planificada de recursos

humanos, herramientas y repuestos a una determinada tarea de mantenimiento preventivo, aumenta la probabilidad de su desarrollo, el cual repercute directamente en el correcto funcionamiento de las máquinas.

La metodología que se siguió para el desarrollo del proyecto es de la del PMBOK: Gestión de proyecto, la cual se apoyaron en toda la documentación según el modelo de la guía de PMBOK 5ta Edición, además de ello, de formatos de relevamiento de información para los requerimientos funcionales a realizarse. En aspectos metodológicos de investigación podemos definir la tesis citada como una tesis descriptiva, explicativa, de diseño no experimental, pues no hace referencia de resultados estadísticos de su aplicación o uso del aplicativo informático.

De lo mencionado anteriormente podemos rescatar que para la tecnología es una herramienta de mucha ayuda en la que se puede apoyar la aplicación del mantenimiento para su automatización, pues facilita la gestión de la misma. Sin embargo, siempre es necesario contar con el apoyo de recursos humanos que ayuden a alimentar la herramienta tecnológica. Es por ello que, la gestión documental es importante realizar y mantener, ya que mediante ello se realizará el seguimiento y control de las mismas.

ROBLES Rojas, A. Análisis diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de activos físicos de grúas pórticos. TESIS. (Ingeniera industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú (2015), 111 pp.

La presente investigación citada tiene como lugar de desarrollo en el terminal portuario que cuenta con distintos tipos de maquinaria pesada para realizar su operación; sin embargo, la grúa pórtico realiza la función principal: el traslado de los contenedores entre el muelle y el buque portacontenedores. Es el principal activo físico de un terminal portuario ya que sin grúas pórtico no se podría realizar la operación principal. El terminal portuario atraviesa una fuerte crisis debido a que no cuenta con una política de gestión de activos físicos. Esto se evidencia en los constantes breakdowns que tienen las grúas pórtico, además del sobre stock acumulado que se tiene en el almacén. Todo eso

provoca una disminución constante en la productividad, lo cual genera pérdida de clientes al verse reflejada la situación real en el mercado y en las demoras en la atención, además de excesivos gastos de operación.

El principal objetivo de la investigación es poder aumentar la vida útil de los activos físicos de las grúas, así como su disponibilidad al disminuir las constantes fallas actuales y sus consecuencias. Para lograrlo se propone la implementación de un Sistema de Gestión de Activos Físicos que abarca conceptos como mantenimiento, criticidad, riesgo, confiabilidad, gastos, etc. Este sistema se enfoca en el manejo óptimo de los activos con el fin de lograr el cumplimiento del plan estratégico de la empresa.

Como análisis metodológico, se considera una investigación descriptiva ya que solo se pretende desarrollar una propuesta a base de un análisis y diagnóstico de la situación actual para la elaboración de una gestión de activos físicos en base a la aplicación del mantenimiento moderno preventivo para cumplir con el objetivo.

Esta propuesta generó un ahorro considerable: si se hubiese implementado en una familia de activos físicos de la grúa pórtico, la empresa no hubiese dejado de ganar en promedio S/. 696 000. Para la implementación se requiere una inversión de S/. 276 000 que en un plazo de 5 años con una tasa del 15% se obtiene un VAN de S/. 844 743.08 y una TIR de 87%. Estos resultados nos permiten concluir la viabilidad de la propuesta y un beneficio para la empresa.

Como conclusión podemos decir que, la aplicación de nuevas estrategias como la gestión de activos también contribuye a la mejora del ciclo de vida de los activos físicos de una empresa con el fin de maximizar su valor, pues en la empresa Corporación REX S.A. sería de mucha utilidad ya que se podría definir de cuanto es el valor de los equipos y permitiría evaluar la mejor decisión para la aplicación de un mantenimiento, es decir, realizarlo por sus propios recursos de mano de obra, realizar el servicio mediante una empresa tercero o realizar una inversión en la compra de un nuevo equipo.



HERNÁNDEZ CASTAÑEDA, Javier. Popuesta de mejora de plan de mecánico y electrónico para mejora la eficiencia y efectividad de equipos del área de embolsado de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú (2016). 95 pp.

De la tesis citada tiene como finalidad mejorar la disponibilidad de la máquina de embolsar y aplicar planes de mantenimiento con la finalidad de reducir las paradas no programadas en el área de embolsaduras de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. Para ello, se analizaron las fallas recurrentes y se procedió a desglosar el equipo para conocer las secciones más sensibles de la máquina que originan las fallas del mismo.

Mediante la elaboración de un diagrama de pareto se diagnosticó que el 20% de máquinas representan el trabajo a realizar sobre ellos y los planes de mantenimiento a ejecutar. Seguido del diagrama de pareto se procedió a conocer y a analizar las pérdidas anuales con costos representativos, y a partir de ello se elabora la propuesta de mejora con costos menores y finalmente, la elaboración del programa de mantenimiento elaborado a base de las frecuencias de intervenciones para cada máquina.

Para la evaluación económica se realizó un flujo de caja proyecto para la gestión del mantenimiento preventivo y se proyectó la viabilidad del proyecto en un periodo de 12 meses obteniéndose un VAN del S/. 896878, un TIR de 229% y un ratio de B/C de 1.2, por lo tanto, los gastos de la implementación pueden ser solventado por la empresa.

De la implementación del programa de mantenimiento redujo las paradas no programadas en las máquinas con mayor criticidad en la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A.

En el aspecto metodológico, la investigación desarrollada es de diseño pre experimental y de tipo aplicada

Como aporte a la investigación desarrollada se concluye que, la aplicación de un mantenimiento preventivo mejora la eficiencia, pues con la disminución de

las paradas no programadas se tiene mayor disponibilidad del equipo, por lo tanto, mayor horas efectivas para la producción.

ALFARO GONZALES, Martin. Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del sistema contra incendios de Westfire Sudamérica S.R.L. en minera Chinalco Perú. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte. Cajamarca - Perú (2016). 118 pp.

La tesis citada describe que no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento que permita identificar y analizar las fallas frecuentes para aplicar acciones de mejoras apropiadas que permitan tener un impacto positivo en la productividad.

La presente tesis tiene como diseño de investigación es no experimental - descriptiva, cuya población definida por el tesista es el área de mantenimiento de la Minera Chinalco Perú, con una muestra desde Julio 2015 a Junio 2016. Como técnica de investigación fue la observación y los instrumentos de recolección de datos de fuentes primarias que se utilizó fueron el registro técnico de inspecciones, mantenimiento del sistema contra incendios y bitácora de trabajos.

De la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento se logró aumentar el tiempo medio entre fallas, reduciéndose el número de paradas de campo por fallas del sistema. Así como, disminuyó el tiempo medio de reparación, al tener un estándar de mantenimiento y redujo las descargas innecesarias del sistema contra incendios. Aumentó la disponibilidad del sistema contra incendios de Westfire Sudamérica en la flota de Minera Chinalco Perú. Teniendo como resultado favorable para la productividad en sus flotas, tales como, la productividad en acarreo mejoró del 98.50% a 99.11%, la productividad de carguío mejoró del 98.79% a 99.14% y la productividad de la flota auxiliares mejoró del 99,11% al 99.32%

Por consiguiente, como aporte a la investigación presente se rescata que la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo incrementa la

productividad, por medio del análisis de la frecuencia de fallas identificadas en el equipo o en la unidad de análisis.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Mantenimiento preventivo**

##### **1.3.1.1. Definiciones**

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (García Garrido, 2012)

El mantenimiento preventivo o también conocido como el mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente a una planta productividad al objetivo que pretende la estrategia de mantenimiento TPM: Cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes. (Cuatrecasas, y otros, 2010)

(SIMA, 2014) El mantenimiento preventivo es encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen una falla mayor en los equipos. Los mantenimientos identificados de los equipos pueden estar organizados por una lista de actividades definiendo el responsable, cantidad de operadores y mantenimiento a realizar para asegurar el correcto funcionamiento de la planta.

(Nieto, 2008) El mantenimiento preventivo genera un conjunto de planes que deben realizarse en fechas programadas, siendo estos planes completos en donde se detallan todos los materiales, las herramientas, cantidad de horas de mantenimiento y responsables en dicho mantenimiento. El mantenimiento preventivo evita las paradas no programadas, las cuales se generan debido al exceso de horas de trabajo de los equipos sin efectuar mantenimientos.

(Grup Cervisimag, 2015) Define el mantenimiento preventivo como la ejecución periódica de inspecciones tanto de funcionamiento como seguridad

##### **1.3.1.2. Objetivos del mantenimiento preventivo**

Según (García Garrido, 2012), describe que el objetivo fundamental de mantenimiento no es pues reparar urgentemente las averías que surjan, pues considera que el departamento de mantenimiento de una industrial tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta
- Conseguir todo aquello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

Por otro lado, (Cuatrecasas, y otros, 2010) define como objetivos del mantenimiento preventivo:

- Establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos
- Lograr la máxima eficiencia económica para la gestión del mantenimiento, es decir que el mantenimiento y su costos se ajuste a cada equipo y en cada momento.

Por lo tanto, el objetivo de la implementación de un mantenimiento preventivo será ajustar la frecuencia de las tareas de mantenimiento requeridas por el equipo y llevarlas a cabo en el momento menos perjudicial para la producción. Sin embargo, también hay otros dos objetivos importantes en el mantenimiento preventivo, los cuales son:

#### **a) Objetivo de disponibilidad**

La disponibilidad de una instalación se define como la proporción del tiempo que dicha instalación ha estado en disposición de producir, con independencia de que finalmente lo haya hecho o no por razones ajenas a su estado técnico. El objetivo más importante de mantenimiento es asegurar que la instalación

estará en disposición de producir un mínimo de horas determinado del año. (García Garrido, 2012).

#### **b) Objetivo de fiabilidad**

La fiabilidad es un indicador que mide la capacidad de una planta para cumplir su plan de producción previsto. En una instalación industrial se refiere habitualmente al cumplimiento de la producción planificada, y comprometida en general con clientes internos o externos. El incumplimiento de este programa de carga puede llegar a acarrear penalizaciones económicas, y de ahí la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de una instalación.

El objetivo de mantenimiento persigue que este parámetro esté siempre por encima de un valor establecido en el diseño técnico-económico de la planta, y su valor es habitualmente muy alto (igual o superior incluso al 98%). Una instalación bien gestionada no debería tener ningún problema para alcanzar este valor. (García Garrido, 2012)

#### **1.3.1.3. Importancia del mantenimiento preventivo**

El mantenimiento empieza a adquirir importancia a partir de los años 30 cuando Henry Ford implementó en su empresa un área destinada a las actividades de reparación de los equipos pertenecientes a su sistema de producción. Con el paso de los años, los empresarios entendieron la importancia que tiene el correcto funcionamiento de los equipos que participan en los sistemas de producción con respecto a las ganancias de sus organizaciones. Por tal motivo, invierten parte de sus recursos para mejorar su área de mantenimiento contratando personal altamente calificado que planifique las actividades de prevención y detección de fallas para garantizar la operación óptima de su producción. (De la Cruz, 2010).

#### 1.3.1.4. Tipos de mantenimiento

En la práctica real del mantenimiento industrial solo existen dos tipos fundamentales de mantenimiento, según (García Palencia, 2012)

- **Mantenimiento Reactivo**, el cual se define como un conjunto de actividades desarrolladas en los sistemas, equipos, máquinas, instalaciones , o edificios, cuando a causa de una falla, se requiere recuperar su función principal. Por lo tanto, las acciones de mantenimiento reaccionan a las fallas y se ejecutan para corregirlas.
- **Mantenimiento Proactivo**, es aquel que se realiza antes de presentarse la falla del equipo. En la operación proactiva la prevención de las fallas se hace a través de inspecciones y de acciones preventivas y predictivas. Por consiguiente, el objetivo del mantenimiento proactivo es anticiparse a la probabilidad de ocurrencias de las fallas.

Dentro de todas estas metodologías sobresalen por su mayor utilización principalmente tres, que se han establecido como los sistemas básicos de hacer mantenimiento y son:

- **Mantenimiento correctivo (CM)**  
Su actividad principal es la reparación no planificada que resulta debido a la falla imprevista; antes que se realice la reparación propiamente dicha es necesario examinar el tipo y la causa del daño; esto es lo que suele llamarse comprobación del daño y mediante esta contrastación se permite ver concretamente cuáles son las operaciones que no puede seguir en operación. (García Palencia, 2012)
- **Mantenimiento Predictivo (CBM)**  
Se define como el conjunto de actividades programadas para detectar las fallas de los activos físicos, por revelación antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnósticos y pruebas no destructivas. (García Palencia, 2012)

- **Mantenimiento preventivo (PM)**

“Se define como el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma mas economica, continuar su operacion eficiente y segura con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos”. (García Palencia, 2012)

**1.3.1.5. Ventajas del mantenimiento preventivo**

(García Palencia, 2012) Todo programa de mantenimiento preventivo bien realizado proporciona beneficios que se reflejan en costos. Entre las ventajas más resaltantes del mantenimiento preventivo son:

- Reducción de las paradas imprevistas de los equipos. Se disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficios para la compañía.
- Menor necesidad de reparaciones o reconstrucciones en gran escala y, menor número de mantenimientos repetitivos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos, realizados antes de los paros imprevistos, debidos a la menor fuerza de trabajo o a las deficiencias de las técnicas empleadas.
- Reducción de los costos de mantenimiento, de materiales, y de mano de obra, para los activos que se encuentran en el programa.
- Mejor control de refacciones, o cual conduce a tener un inventario menos costosos.
- Menores costos unitarios, al aumentar la disponibilidad de equipos, y por tanto, el tiempo útil de producción.
- Mayor seguridad para operarios y maquinarias.

**1.3.1.6. Etapas de la implementación de un sistema de mantenimiento planificado**

Para llevar a cabo una implementación de un sistema de mantenimiento preventivo o planificado es necesario contar con dos requisitos indispensables:

- Tiempo, para desarrollar un programa de mantenimiento paso a paso que asegure una implementación cuidadosa y organizada.
- Colaboración interdepartamental de la empresa, de forma coordinada y no solo entre las áreas o departamentos de producción y de mantenimiento, sino también de todas las demás áreas administrativas para el logro de los objetivos de cada etapa en la fecha prevista y evitar que haya actividades que no se lleven a cabo, o bien tras que por desconocimiento de responsabilidades se puedan duplicar.

Según (Cuatrecasas, y otros, 2010), las etapas de la implementación de un mantenimiento planificado son 6, descritas a continuación:

### **Etapas 1: Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo**

Para diseñar un sistema de mantenimiento planificado eficaz es necesario planificar y organizar con antelación las diversas actividades de mantenimiento, para ello es necesario poder contar con la mayor cantidad de registros de datos posible sobre los equipos.

Existen varios tipos de registros de mantenimiento con formatos y contenidos que pueden variar de una empresa a otra, dependiendo sea el caso:

- Registro de equipos
- Registro de análisis de tiempos medios entre fallos y detalles de las averías
- Registros de análisis de las reparaciones y los servicios llevados a cabo en los equipos
- Registros de los mantenimiento rutinarios
- Registro de las inspecciones periódicas

Para esta primera etapa, luego de analizar los registros existentes es necesario proceder a evaluar los equipos en función de la seguridad, criticidad productiva,



calidad, mantenibilidad, etc y seleccionar aquellos equipos en los que el mantenimiento planificado sea más urgente.

### **Etapas 2: Búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal**

El mantenimiento planificado no puede ignorar el mantenimiento autónomo. En esta etapa del mantenimiento consiste en apoyar las actividades desarrolladas por los operarios durante el mantenimiento autónomo, tales como:

- Restauración del deterioro, atención rápida frente a averías descubiertas y no resueltas por operarios
- Establecimientos de las condiciones operativas básicas, es decir, creación de estándares.
- Adecuación del entorno de trabajo para evitar el deterioro acelerado de los equipos, es decir, inspeccionar los lugares inaccesibles al mantenimiento y mejorar su accesibilidad, identificar focos de contaminación

### **Etapas 3: Establecimiento de un sistema de control de la información**

Un sistema de control de la información debe de integrar, por lo menos, los siguientes subsistemas:

- Control de datos de fallos
- Control del mantenimiento del equipo
- Control del presupuesto de mantenimiento
- Control de piezas de repuestos y materiales
- Control de la tecnología

### **Etapas 4: Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico**

El establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico o sistemático pretende asentar una gestión de mantenimiento preventivo, sólido y progresivo con el tiempo.

Sus resultados son acumulativos y evolucionan a lo largo del tiempo; su importancia se aprecia de acuerdo a la secuencia las actividades siguientes:

- Selección de equipos o grupos
- Planificación del mantenimiento, la clasificación de planes de mantenimientos se pueden describir tal y como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla N° 3: Clasificación de planes de mantenimiento

Tipos de planificación del mantenimiento	Descripción
<b>Planificación por periodo</b>	Planes de mantenimiento con parada
	Planes de mantenimiento diarios
	Planes de mantenimiento mensuales
	Planes de mantenimientos semanales
	Planes de mantenimientos anuales
<b>Planificación por proyecto</b>	Planes individuales de mantenimiento para una reparación a gran escala
<b>Planificación por oportunidad</b>	Mantenimiento realizado aprovechando la parada de los equipos por cuestiones diversas.

Fuente: Elaboración propia

- Estandarización de las actividades de mantenimiento, se consigue mediante la elaboración de manuales sencillos y comprensibles.
- Control de evolución.

### **Etapas 5: Establecimiento de un sistema de Mantenimiento Predictivo**

La práctica de un sistema de mantenimiento periódico reduce la probabilidad de averías, defectos y accidentes, sin embargo continúan presentándose fallos inesperados los cuales hay que identificar mediante estimaciones tentativas estadísticas de averías, sin tener en cuenta el alcance real del deterioro del equipo.

## **Etapas 6: Evaluación del Mantenimiento Planificado**

Teniendo en cuenta que para llevar a cabo un mantenimiento planificado no es suficiente el esfuerzo del área de producción y de mantenimiento sino también el de toda la empresa, es por ello que la evaluación de un mantenimiento de este tipo se miden los resultados de la aplicación a nivel de empresa en conjunto para identificar si son los esperados o se tienen que revisar las estrategias de mantenimiento o marcar nuevos retos ambiciosos.

### **1.3.2. Productividad**

#### **1.3.2.1. Definiciones**

Para definir la productividad es necesario regresar en el tiempo y recordar a nuestros antepasados como Karl Marx, quien es muy citado por diferentes investigadores por su definición de productividad:

“... el grado social de productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transforma en producto...” (Marx; 1980)

Otros autores definen a la productividad como una medida de eficiencia que guarda relación con la producción. Puede definirse como la relación entre los ingresos y los egresos de un sistema productivo. (Dolly T., 2006)

(Paz, y otros, 2012) La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (Salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (Entradas o Insumos). Es decir:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

(Paz, y otros, 2012)

### 1.3.2.2. Expresiones de la productividad

#### a) Productividad parcial

Según (Sumanth, 2009) define a la productividad parcial como una porción que viene de un resultado a una clase de insumo. Es decir, permite conocer el comportamiento de un factor insumo de todo el sistema productivo. Como productividades parciales para un sistema productivo podemos identificar las siguientes más utilizadas:

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra}} \\ \text{Productividad} &= \frac{\text{Producción}}{\text{Capital}} \\ \text{Productividad} &= \frac{\text{Ventas}}{\text{Pagos}} \end{aligned}$$

(Sumanth, 2009)

#### b) Productividad total

Es la relación entre el resultado total y la suma de todos los factores de insumos. Esta medición considera el impacto de todos los insumos de producción, como mano de obra, capital, energía, materiales, máquinas. etc. (Sumanth, 2009)

Para calcular la productividad total es necesario poder realizarlo mediante una fórmula matemática donde se consideran los factores parciales de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra} + \text{insumo} + \text{capital}}$$

(Prokopenko, 1989)

#### c) Productividad física y productividad valorizada

La productividad física de una entrada es el cociente entre la cantidad física de la salida del sistema y la cantidad necesaria de esta entrada para producir la salida mencionada o a lo que es lo mismo, la cantidad de salida por unidad de

una de las entradas. La salida puede estar expresada en toneladas, metros, metros cuadrados, unidades, etc. Y la entrada en horas hombre, horas máquinas, kilovatios – hora, etc. (Prokopenko, 1989)

Y, la productividad valorizada es definida exactamente igual como la productividad física pero la salida está valorizada en términos monetarios. (Paz, y otros, 2012).

#### **d) Productividad promedio y productividad marginal**

La productividad promedio es el cociente entre la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir la salida mencionada.

El concepto de productividad promedio es útil para realizar análisis comparativos de productividades entre distintos sistemas y detectar mejoras o deterioros del índice en el transcurso del tiempo.

Por otro lado, desde el punto de vista macroeconómico, los economistas definen a la productividad marginal de un factor como el incremento de producto (o valor agregado) por el empleo de una unidad más de ese factor, manteniéndose constantes las cantidades aplicadas de los demás factores. Así la productividad marginal del trabajo es el incremento de producto logrado al emplear una unidad más de trabajo y al mantener constantes las cantidades de los demás factores. En la práctica sirve para responder a las interrogantes como, ¿En cuánto varía la productividad de la mano de obra si se aumenta la velocidad de una máquina en 10%? (Paz, y otros, 2012).

#### **e) Productividad bruta y productividad neta**

La productividad bruta es el cociente entre el valor bruto de la salida (que incluye el valor de todos los insumos) y la entrada (o un conjunto de entradas) que incluye también el valor de todos los insumos. La principal ventaja de definir así la productividad es que hace más fácil la medición del índice.

En cambio, la productividad neta se define como el valor agregado a la salida, por una entrada en donde el valor de ciertos insumos ha sido excluido del numerador y denominador del índice. Esta productividad neta es a veces denominada índice de valor agregado. (Paz, y otros, 2012)

#### **1.3.2.3. Importancia de la productividad**

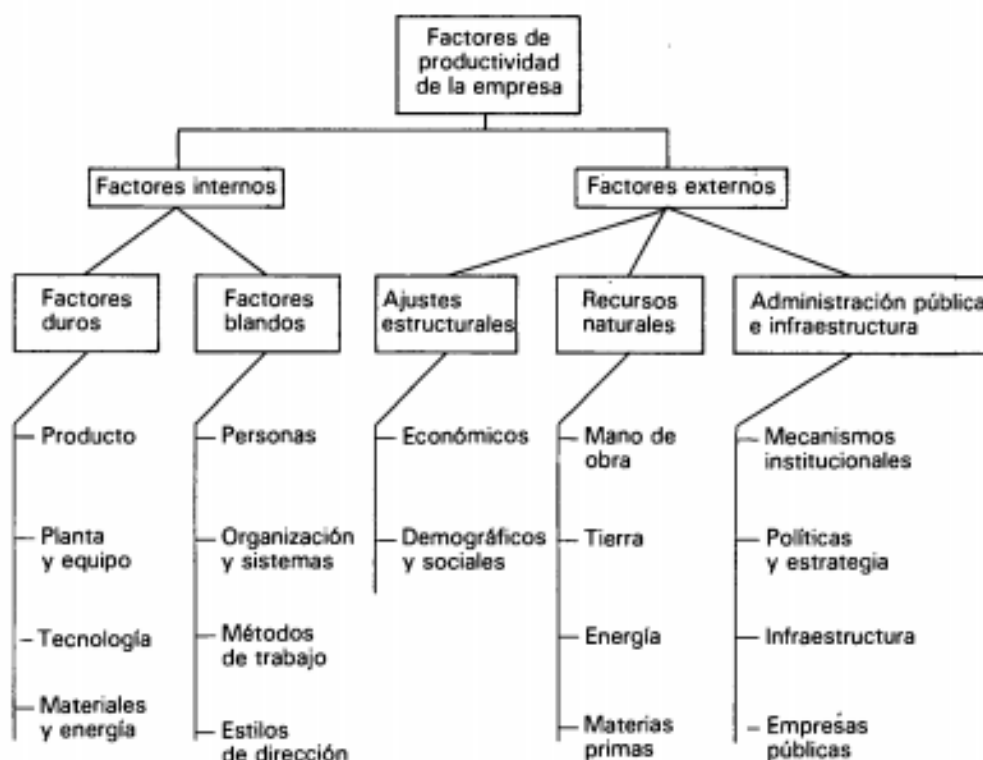
La importancia de aplicar la productividad en las empresas es que aquellas que logren un nivel de productividad mayor al del promedio, tienden a contar con mayores márgenes de utilidad, y si dicha productividad crece más rápidamente que la de la competencia, los márgenes de utilidad se incrementarán todavía más. (Sydney Quiroz, 2007)

#### **1.3.2.4. Factores del mejoramiento de la productividad**

El proceso de producción es un sistema social complejo, adaptable y progresivo. Las relaciones recíprocas entre trabajo, capital y el medio ambiente social y organizativo son importantes en tanto están equilibradas y coordinadas en un conjunto integrado. El mejoramiento de la productividad depende de la medida en que se pueden identificar y utilizar los factores principales del sistema de producción social. En relación con este aspecto, conviene hacer una distinción entre tres grupos principales de factores de productividad, según se relacionen con: El puesto de trabajo, los recursos y el medio ambiente. (Prokopenko, 1989)

Así mismo, en la imagen 1 podemos visualizar la clasificación de los factores de la productividad de una empresa.

Imagen N° 5: Modelo integrado de factores de la productividad de una empresa



Fuente: (Prokopenko, 1989)

#### 1.3.2.5. Estrategia de mejoramiento de la productividad

Según (Prokopenko, 1989), una estrategia correcta de mejoramiento de la productividad exige un enfoque de sistemas de ese mejoramiento que reconozca las relaciones recíprocas entre los elementos del sistema y su medio ambiente. Define el rendimiento del sistema y mantiene el equilibrio, al mismo tiempo que efectúa cambios.

Por consiguiente, la estrategia de la productividad es la configuración de las decisiones en la empresa que determinan sus objetivos, procedimientos y políticas y planes principales para alcanzar las metas de mejoramiento de la productividad en largo plazo. Una buena estrategia de mejoramiento de la productividad debe, como mínimo:

- Elaborar una definición clara y fácilmente transmisible del concepto de mejoramiento de la productividad.
- Explicar por qué el mejoramiento de la organización es importante.
- Evaluar la situación actual de la explotación y las razones de ella.
- Elaborar modelos óptimos
- Establecer políticas y planes de mejoramiento.

El objetivo del mejoramiento de la productividad debe siempre expresarse en función del «mejoramiento» de la organización en reconocimiento del éxito pasado y actual de las divisiones y filiales establecidas dentro de la organización. Algunos de los objetivos pueden ser amplios: por ejemplo, mejorar la productividad de la organización en un 8 por ciento en dos años, con objetivos detallados para dependencias individuales de la organización.

Las metas y los objetivos generales deben complementarse con planes de acción detallados sobre cómo mejorar la productividad. A este respecto, es útil establecer los objetivos de grupos más pequeños e identificables, con el fin de que se pueda evaluar el rendimiento.

Un plan de mejoramiento de la productividad es más eficaz, si se integra en la planificación de la estrategia de la organización. Debe asignar prioridades y estar fijado por escrito, con el fin de que quede constancia de él para que se siga.

#### **1.3.2.6. Relación entre el mantenimiento y la productividad**

El mantenimiento es un medio para obtener mayor productividad para la empresa, al lograr mayores niveles de disponibilidad de los equipos productivos, lo cual incrementa la producción. Además ayuda a mantener las condiciones adecuadas en los equipos para asegurar los estándares de calidad del producto, y a reducir los costos de mantenimiento.

La productividad es importante en el área de mantenimiento porque invirtiendo en la función de mantenimiento se logran mejorar los procesos productivos,



haciendo los más eficientes; mejorar la calidad del producto terminado según los requerimientos del cliente; se eliminan costos por mantenimiento correctivos, tiempos muertos, mayor número de refacciones y piezas desperdiciadas, velocidad en el proceso de fabricación, etc. (Ocadiz, 2008)

El mantenimiento ha sido un área poco valorada por la industria, incluso algunas empresas obvian esta actividad y no asignan presupuestos ni cuentan con personal capacitado para realizar este tipo de labores. Sin embargo, el mantenimiento constante no sólo previene incidentes, sino también ayuda a mantener la productividad del negocio.

El aumento de la confiabilidad de los equipos, bajo costo de producción como resultado de mantenimiento optimizado, gestión de repuestos (compras planificadas) y alta calidad de productos, son metas que se pueden alcanzar solamente cuando operación y mantenimiento trabajan juntos, precisó Augusto Tavares. Un número cada vez mayor de empresas a nivel global ya reconoce la importancia crucial que el mantenimiento desempeña en sus organizaciones. En esas empresas, ejecutivos de la alta administración promueven la implantación de estrategias empresariales de mantenimiento y confiabilidad.

La mayor parte de las estrategias empresariales de mantenimiento tienen dos objetivos primordiales: disminuir los costos (de mano de obra, material y contratación) y mejorar la confiabilidad operacional de los equipos o de la gestión de los activos (tiempo operacional "up-time", régimen de funcionamiento "running speed" y desempeño de la calidad). (Rodriguez, 2013)

#### **1.4. Formulación del problema**

##### **1.4.1. Formulación de problema general**

¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo - 2017?

#### **1.4.2. Formulación de problemas específicos**

- ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo - 2017?
- ¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo - 2017?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **1.5.1. Justificación teórica**

Según (Valderrama Mendoza, 2013), toda aquella justificación teórica hace referencia a toda inquietud que nace de un investigador por profundizar en uno o varios enfoques teóricos que tratan de explicar el problema definido, es decir, a partir de aquellos conocimientos planteados se trata de encontrar nuevas explicaciones que modifiquen o complementen el conocimiento inicial.

Por lo tanto, para la presente investigación desarrollada se busca contrastar la relación y su influencia de una variable en la otra para comprobar las hipótesis planteadas de acuerdo, a los conocimientos de los autores elegidos en la investigación, en donde se expresan teorías de relación e influencia significativa.

##### **1.5.2. Justificación metodológica**

Como carácter metodológico, busca demostrar el uso de ciertas metodologías y técnicas de investigación que han de servir como aporte al estudio de problemas similares. (Valderrama Mendoza, 2013). Por consiguiente, para el diseño y elaboración de instrumentos de medición como las fichas de observación para el desarrollo del proyecto y su validación de las mismas por expertos, no solo contribuye al desarrollo del proyecto en mención sino también, como modelo a investigaciones similares que tienen el mismo marco de tema de análisis.

### **1.5.3. Justificación práctica**

Toda aquella justificación de carácter práctico responde a las interrogantes tales como: ¿El resultado de la investigación ayudará a solucionar el problema de una empresa?, ¿El resultado de la investigación permitirá a mejorar la situación actual del investigador? (Valderrama Mendoza, 2013).

Por lo tanto, conociendo la realidad problemática del lugar de análisis, cabe mencionar que la necesidad de la aplicación de metodologías ingenieriles aplicadas en el rubro del mantenimiento industrial es de alto impacto ya que, se tiene la necesidad de reducir los altos índices de paradas de plantas por la falta de un plan de mantenimiento preventivo, a su vez, de mejorar la cantidad de producción diaria aprovechando el mejor estado de funcionalidad y operatoria de los equipos. Por todo lo mencionado anteriormente, la investigación desarrollada para el presente proyecto tiene como finalidad demostrar que sí se podrá solucionar algunos problemas de la empresa. Por otro aspecto, el desarrollo de la investigación presentada tiene como finalidad personal del investigador el cumplimiento del objetivo de obtener el grado de Ingeniero Industrial de la Universidad César Vallejo, el cual es su segunda motivación fuerte para culminar el proyecto.

### **1.5.4. Justificación Económica**

El presente proyecto permitirá reducir los costos operativos como los de mantenimientos al reducir la cantidad de mantenimientos correctivos que implican las paradas de plantas imprevistas o no programadas, las cuales impactan en los costos de recursos en materiales y desgastes de herramientas, costos en mano de hora (H-H) para el mantenimiento, y por consiguiente, el costo de la producción que se pierden en las paradas de plantas. Con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo que se pretende aplicar pues, se reducirá y/o eliminará estos problemas teniendo una mejora del 15% como objetivo base.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo-2017.

### **1.6.2. Hipótesis Específica**

- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo- 2017.
- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo - 2017.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo-2017.

### **1.7.2. Objetivo Específico**

- Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo -2017.
- Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo-2017.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo y diseño de investigación**

### **2.1.1. Tipo de investigación**

(Valderrama Mendoza, 2013) El tipo de investigación desarrollada, por su finalidad es considerada una investigación de tipo aplicada, ya que se explica el comportamiento de las variables en su relación. A su vez, por su profundidad, se considera como una investigación explicativa, ya que mediante la aplicación de una estrategia, sus dimensiones e instrumentos de recolección de datos son necesarios para realizar el contraste de las hipótesis planteadas mediante los indicadores formulados, finalmente se considera longitudinal, porque se realiza las mediciones de los datos obtenidos en dos tiempos diferentes.

### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de investigación para el desarrollo del proyecto es de tipo cuasi experimental - longitudinal, ya que se procede a analizar una sola muestra en diferentes tiempos, teniendo en cuenta el análisis realizado a la data antes de la aplicación del fenómeno con la finalidad de medir los impactos o resultados después de su aplicación. (Valderrama Mendoza, 2013)

## **2.2. Variables y operacionalización**

### **2.2.1. Mantenimiento preventivo**

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (García Garrido, 2012)

#### **a) Dimensiones e indicadores**

##### **- Dimensión 1: Disponibilidad**

La disponibilidad es uno de los indicadores mas importantes en mantenimiento. Se calcula mediante la obtencion del cociente de dividir el número de horas totales que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo. (Garrido, 2012).

$$Disponibilidad = \frac{Hrs. Totales - Hrs. de mantenimiento}{Hrs. Totales}$$

(García Garrido, 2012)

#### - **Dimensión 2: Cumplimiento del plan de mantenimiento**

El cumplimiento del plan de mantenimiento es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación. (García Garrido, 2012)

$$Nivel de cumplimiento = \frac{N^{\circ} \text{ de órdenes acabados en la fecha planificada}}{N^{\circ} \text{ de órdenes totales}}$$

(García Garrido, 2012)

### **2.2.2. Productividad**

La productividad se define como la eficiencia de un sistema de producción, es decir, el cociente entre el resultado del sistema productivo y la cantidad de recursos utilizados. (Ingeniería Industrial On Line, 2017).

#### **a) Dimensiones e indicadores**

##### - **Dimensión 1: Eficiencia**

(Ingeniería Industrial On Line, 2017) Define a la eficiencia como la relación entre los recursos utilizados de un proyecto y los logros obtenidos. Entre menos recursos se hayan utilizados se dice que existe hay mayor eficiencia. Para medir la eficiencia se tiene como indicador:

$$\text{índice de eficiencia} = \frac{\text{Horas efectivas de producción}}{\text{Horas Programada de producción}} \times 100$$

(Morales Zamora, 2006)

## - Dimensión 2: Eficacia

Se define como el nivel de consecución de metas y objetivos, haciendo referencia a la capacidad para lograr lo que se ha planificado. (García, 2011, p. 17). Para medir la eficiencia, se tiene como indicadores al **Índice de eficacia**, la cual tiene como fórmula:

$$\text{Índice de eficacia} = \frac{\text{Producción Neta}}{\text{Producción Programada}} \times 100$$

(Morales Zamora, 2006)

### 2.2.3. Matriz de operacionalización de variables

A continuación, se muestra la matriz de operacionalización del proyecto de investigación, en donde se identificarán las variables de estudios, sus dimensiones e indicadores correspondientes, descritos en el punto anterior:



Tabla Nº 4: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICION
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (García Garrido, 2012)	El mantenimiento preventivo es una estrategia utilizada para prevenir las fallas, evitar tiempos imprevistos, reducir mantenimientos correctivos de los equipos de una planta de producción.	Disponibilidad	Índice de disponibilidad	$\frac{\text{Índice de disponibilidad} = \text{Hs. Progr. de producción} - \text{Hrs. Paradas}}{\text{Hrs. Programadas de producción}}$	RAZÓN
			Cumplimiento de plan	Índice de cumplimiento de plan	$\frac{\text{Nivel de cumplimiento} = \text{Órdenes de trabajo realizadas}}{\text{Órdenes de trabajos programados}}$	RAZÓN
PRODUCTIVIDAD	La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (Salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (Entradas o Insumos). (Paz, y otros, 2012)	La productividad representa la capacidad que tiene una línea de producción por el factor utilizado o por sus índices de eficiencia y eficacia.	Eficiencia	índice de eficiencia	$\frac{\text{Índice de eficiencia} = \text{Hrs. efectivas de producción}}{\text{Hrs. programadas de producción}} \times 100$	RAZON
			Eficacia	Índice de eficacia	$\frac{\text{Índice de eficacia} = \text{Producción neta}}{\text{Producción programada}} \times 100$	

Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Población y Muestra**

### **2.3.1. Población**

Se define como población al conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características en común y que son observables en un determinado lugar y en un momento determinado. (Wigodski, J., 2017)

Para el proyecto de investigación se define que, la población de estudio para llevar es la producción obtenida de ladrillos de la Planta N° 1 de la ladrillera Corporación REX S.A. por un periodo de 61 días.

### **2.3.2. Muestra**

Según (Wigodski, J., 2017) define la muestra como un fragmento de la población a ser analizada como representación de toda la población.

Como muestra de estudio se tiene la misma cantidad de producción definida como la población, es decir, la producción de un periodo de 61 días, esto debido a que la producción programada diaria de la planta N° 1 es constante y mediante el periodo definido como muestra se considera suficiente para analizar el comportamiento de la producción con la aplicación de la mejora.

## **2.4. Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

#### **La observación**

La observación es una técnica consistente en observar atentamente el fenómeno analizado con la finalidad de tomar nota de todo el comportamiento de los fenómenos para ser registrado y finalmente, analizado. (Wigodski, J., 2017)

#### **2.4.2. Instrumento de recolección de datos**

El instrumento de investigación será una ficha de observación, las cuales se utilizarán las siguientes:

- **La ficha de “Reporte de Producción”** contiene las siguientes denominaciones de campos:
  - Fecha
  - Turno
  - Horario Inicio
  - Horario Fin
  - Horas programadas de producción
  - Horas efectivas de producción
  - Horas de parada
  - Producción Programada (TN)
  - Producción real ( TN )
  - Cant. TN de producción de reproceso
  - Producción Neta (TN)
  - Disponibilidad
  - Eficiencia
  - Eficacia

#### **2.4.3. Validez**

El juicio de experto es una metodología de validación utilizada para verificar la fiabilidad de la investigación, definida como “una opinión de una o varias persona capacitadas en el tema estudiado”. (Martínez, 2009)

Para la investigación presente, las fichas de recolección de datos serán sometidas a una revisión por 03 expertos en la materia para validación de contenido correspondiente. Ver anexos N° 1 , anexo N° 2, anexo N° 3

#### **2.4.4. Confiabilidad**

La información recopilada para el desarrollo de la presente investigación y la cual ha sido revisada por expertos se considera confiables ya que son datos proporcionados por la empresa en donde se desarrolla la presente tesis.

#### **2.5. Métodos de análisis de datos**

Según (Hernandez, 2010) el “análisis de contenido cuantitativo es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de manera objetiva y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico.”

Para la investigación presentada todo análisis de datos será procesado por el software estadístico SPSS versión 23, cuyos resultados serán analizados por el estadístico para identificar su normalidad de las variables de análisis y luego realizar el contraste de hipótesis mediante una diferencia de medias. Cabe resaltar que todo resultado obtenido va acompañado de la respectiva interpretación del investigador para un mejor entendimiento del lector.

#### **2.6. Aspectos éticos**

En el presente proyecto de investigación la data prestada para el registro y análisis son datos reales y confiables, facilitados al tesista con fines de investigación científica para el logro de la obtención del grado de Ingeniero Industrial. Se asegura la integridad y confiabilidad de la data facilitada, cuyos formatos y fichas de recopilación de datos han sido de autoría del investigador y validados por autoridades de la empresa Corporación REX S.A. Así mismo, se menciona que la presente investigación se encuentra elaborada por aportes de autoría del investigador así como, información recopilada de libros, páginas web, datos de libros físicos como virtuales, tesis nacionales e internacionales, respetando la identidad de los autores de las fuentes de información, como principio de ética profesional del investigador.

## **2.7. Desarrollo de la propuesta**

### **2.7.1. Situación actual**

#### **2.7.1.1. Captura y análisis de datos**

Para el desarrollo de la presente tesis se analizaron los reportes de producción correspondientes a los meses de diciembre del 2016 y del mes de enero del 2017, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las horas programadas de producción en la empresa Corporación REX S.A. es de 10 horas, sin embargo, las horas efectivas de producción promedio alcanzadas durante el mes de Diciembre fue de 8,52 Hrs. manteniendo una diferencia minima con respecto al mes de enero, siendo las horas efectivas de producción de 8,49Hrs, por lo tanto el promedio de las horas efectivas de producción antes de la aplicación de la mejora fue de 8,50Hrs. También, se puede observar que la cantidad de horas de paradas resultantes para el mes de diciembre fue de 1,48 Hrs, así como las horas de paradas del mes de enero fue de 1,51hrs, por lo tanto, la cantidad de horas de paradas en promedio fue de 1,50hrs.

Tabla N° 5: Consolidado de resultados de reportes de producción

<b>Item</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>ENERO</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>Hrs. Prog. De producción</b>	10	10	10
<b>Horas efectivas de producción</b>	8,52	8,49	8,50
<b>Horas de parada</b>	1,48	1,51	1,50

Fuente: Elaboración propia

- La producción programada diariamente es de 320 TN, sin embargo, la producción real alcanzada durante el mes de diciembre fue de 272,50 TN, así como la producción real de enero fue de 271,64 TN, por lo tanto, da como resultado una producción real promedio de 272,07 TN antes de la implementación de la mejora. Así como, de la producción real alcanzada, el tonelaje de reproceso para el mes de diciembre fueron de 13,62TN y para el mes de enero fue de 13,58TN siendo el promedio de producción en reproceso 13,60TN en promedio. De lo descrito anteriormente, se puede determinar que la producción neta alcanzada durante el mes de diciembre fue de 258,87 TN y para el mes de enero, un 258.06 TN.

Item	DICIEMBRE	ENERO	PROMEDIO
<b>Producción Prog. (TN)</b>	320	320	320
<b>Producción real (TN)</b>	272,50	271,64	272,07
<b>Producción de reproceso (TN)</b>	13,62	13,58	13,60
<b>Producción Neta (TN)</b>	258,87	258,06	258,47

- De los indicadores diseñados se obtuvo que la disponibilidad de los equipos durante los meses de diciembre y enero fue de 85,16% y 84,89% respectivamente. Así como, para eficiencia se obtuvo un promedio para el mes diciembre de 85,16% y para el mes de enero un porcentaje de 84,89%. La eficacia, tuvo un comportamiento en el mes de diciembre del 80,90% y del mes de enero la eficacia obtenida fue del 80,77%.

Finalmente, la productividad en el mes de diciembre y en el mes de enero fue de 0,69 y 0,68 respectivamente, tal y como se muestra en la tabla a continuación:

Item	DICIEMBRE	ENERO	PROMEDIO
<b>Índice de Disponibilidad</b>	85,16%	84,89%	85,02%
<b>Índice de Eficiencia</b>	85,16%	84,89%	85,02%
<b>Eficacia</b>	80,90%	80,64%	80,77%
<b>Productividad</b>	0,69	0,68	68,67%

Fuente: Elaboración propia

## 2.7.2. Propuesta de la mejora

### 2.7.2.1. Análisis de alternativa

La alternativa a implementar como solución del problema principal de la baja productividad obtenida en la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. es de la aplicación de un mantenimiento preventivo, ya que, del Ishikawa elaborado y el Pareto trabajado, las causas identificadas se direccionan a la necesidad de una práctica de mantenimiento más organizado. Si bien una herramienta más completa y alineada al mantenimiento preventivo es la aplicación de un Mantenimiento Productivo Total, se considera como una

primera fase la aplicación de un mantenimiento preventivo, ya que, a pesar de todo es un pilar más del TPM y es un alcance más manejable.

Otro motivo por el cual se considera asertiva la aplicación de un mantenimiento preventivo es para disminuir la frecuencia de los mantenimientos correctivos y la salida de flujos de dinero inesperados, pues con la elaboración de un plan se puede llevar a planificar qué mantenimiento realizar, cuando es el momento apropiado y cuantas personas como recurso de requerirán para su ejecución.

A su vez hay que tener en cuenta que, teniendo la empresa Corporación REX S.A. un problema de falta de documentación, la elaboración de este plan de mantenimiento contribuirá a la práctica de la misma de su uso e importancia.

Así mismo, existen otras metodologías además del mantenimiento preventivo y el TPM mencionadas anteriormente para mejorar la productividad, pues para el logro del objetivo principal se consideran otras alternativas como son la metodología de las 5'S, la ingeniería de estudio de tiempos y métodos, el JIT, el ciclo de Deming – PHVA. Por lo tanto, de las 6 estrategias mencionadas se procede a realizar un análisis de priorización de implementación de estrategia, que en función de los objetivos planteados se elije la alternativa más adecuada para mejorar la productividad.

Tabla N° 6: Matriz de priorización de alternativa

PERSPECTIVAS	<div><div>NIVEL DE IMPACTO</div><div>0= Ningun impacto 1= Poco Impacto 2= Mediano Impacto 3= Alto Impacto</div></div> <div>OBJETIVOS</div>	Metodología de las 5'S	PHVA - Ciclo de Deming	Mantenimiento preventivo	Just in Time - JIT	Ingeniería de estudio de tiempos y métodos	Mantenimiento Total Productivo
PROCESOS	Reducción de las paradas imprevistas de los equipos	0	1	3	1	0	3
	Disminución del tiempo ocio por paradas	1	1	3	2	2	2
	Disminución de tiempo por mantenimiento	1	1	2	2	3	2
	Elaboración de documentación y seguimiento oportuno por mantenimiento	1	1	3	1	2	1
	Incremento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos	0	1	3	1	1	2
	Cultura de orden y limpieza en el área de mantenimiento	3	1	1	1	1	0
	Mayor seguridad para los colaboradores y equipos	2	1	3	2	1	3
	Mejora de la productividad de la planta N° 1	2	1	3	2	2	2
	Reducción de los costos de mantenimientos, materiales y de mano de obra	1	1	3	2	2	3
IMPACTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		11	9	24	14	14	18
RANKING		5	6	1	4	3	2

Fuente: Elaboración propia



### 2.7.2.2. Cronograma de implantación

El proyecto tiene una duración de 143 días, iniciándose el 01 de diciembre del 2016 y finalizándose oficialmente para el 16 de mayo del 2017, haciéndose un corte al finalizar la etapa 3 del proyecto para evaluar el impacto de la implementación y retomar desde el 01 de mayo hasta el 16 de mayo 2017.

El proyecto consta de 4 etapas las cuales son:

Tabla N° 7: Etapas del mantenimiento

ETAPAS	DURACIÓN	INICIO	FIN
<b>Etap 1: Análisis de la situación actual</b>	21 días	jue 01/12/16	sáb 24/12/16
<b>Etap 2: De la implementación</b>	51 días	lun 26/12/16	mié 22/02/17
<b>Etap 3: De la ejecución</b>	19 días	jue 23/02/17	jue 16/03/17
<b>Etap 4: De los resultados obtenidos</b>	14 días	lun 01/05/17	mar 16/05/17

Fuente: Elaboración propia

El cronograma de actividades se detalla a continuación:

Tabla N° 8: Cronograma de actividades del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>Plan de mantenimiento preventivo en la Planta N° 1 en Corporación REX S.A.</b>	<b>143 días</b>	<b>jue 01/12/16</b>	<b>mar 16/05/17</b>
<b>Etap 1: Análisis de la situación actual</b>	21 días	jue 01/12/16	sáb 24/12/16
Definir indicadores de medición	8 horas	jue 01/12/16	jue 01/12/16
Analizar los reportes de producción de la situación actual	3 días	vie 02/12/16	lun 05/12/16
Elaborar el análisis de la situación actual	17 días	mar 06/12/16	sáb 24/12/16
<b>Etap 2: De la</b>	51 días	lun 26/12/16	mié 22/02/17

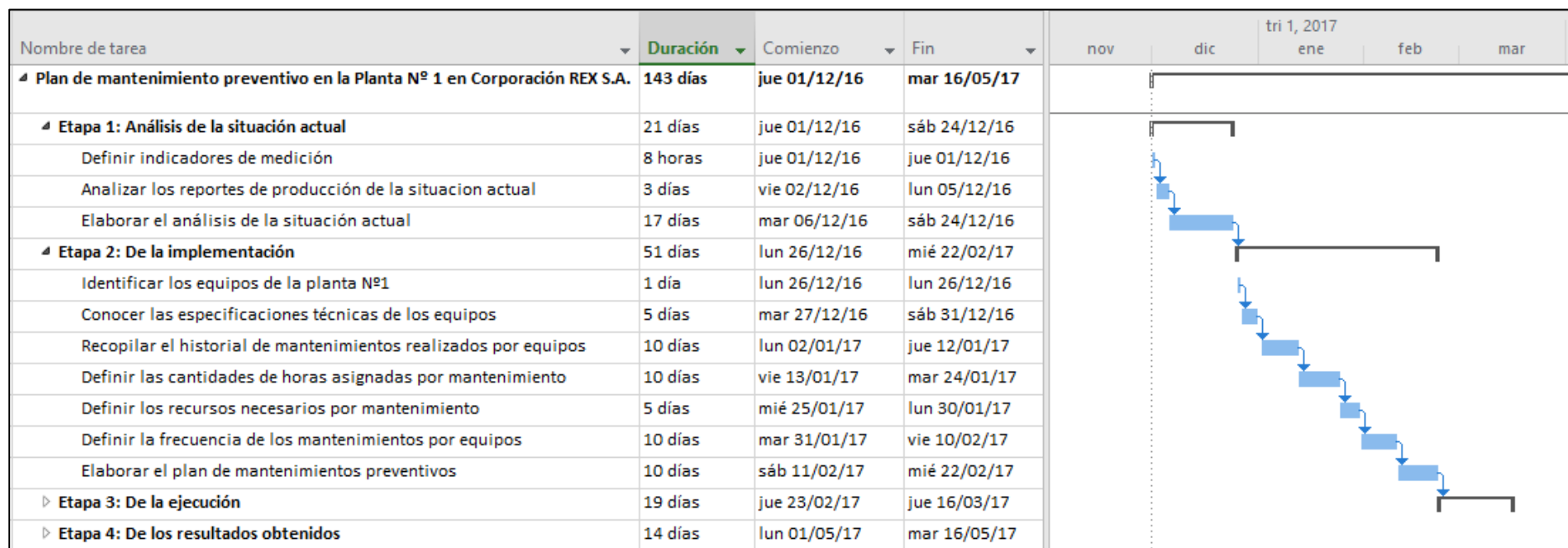
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>implementación</b>			
Identificar los equipos de la planta N°1	1 día	lun 26/12/16	lun 26/12/16
Conocer las especificaciones técnicas de los equipos	5 días	mar 27/12/16	sáb 31/12/16
Recopilar el historial de mantenimientos realizados por equipos	10 días	lun 02/01/17	jue 12/01/17
Definir las cantidades de horas asignadas por mantenimiento	10 días	vie 13/01/17	mar 24/01/17
Definir los recursos necesarios por mantenimiento	5 días	mié 25/01/17	lun 30/01/17
Definir la frecuencia de los mantenimientos por equipos	10 días	mar 31/01/17	vie 10/02/17
Elaborar el plan de mantenimientos preventivos	10 días	sáb 11/02/17	mié 22/02/17
<b>Etapa 3: De la ejecución</b>	19 días	jue 23/02/17	jue 16/03/17
Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo	15 días	jue 23/02/17	sáb 11/03/17
Realizar la documentación de los mantenimientos realizados	4 días	lun 13/03/17	jue 16/03/17
<b>Etapa 4: De los resultados obtenidos</b>	14 días	lun 01/05/17	mar 16/05/17
Analizar los reportes de producción después de la ejecución de mantenimientos del mes de marzo	3 días	lun 01/05/17	mié 03/05/17
Analizar los reportes de producción después de la ejecución de mantenimiento del mes de abril	3 días	jue 04/05/17	sáb 06/05/17
Aplicar los indicadores definidos	2 días	lun 08/05/17	mar 09/05/17

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Elaborar el reporte de los resultados obtenidos	3 días	mié 10/05/17	vie 12/05/17
Elaborar el reporte de costo/beneficio alcanzado	3 días	sáb 13/05/17	mar 16/05/17
<b>&lt;Fin&gt;</b>	<b>0 días</b>	<b>mar 16/05/17</b>	<b>mar 16/05/17</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las gráficas del diagrama de Gantt del proyecto:

Imagen N° 6: Diagrama de gantt de la investigación - Etapa 1 y 2



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 7: Diagrama de gantt de la investigación - Etapa 3 y 4



Fuente: Elaboración propia

### 2.7.2.3. Presupuesto

El presupuesto empleado para el desarrollo del proyecto está distribuido en los siguientes recursos:

Tabla N° 9: Presupuesto para la gestión del proyecto

Nombre del recurso	Hrs.	Costo H-H	Costo/Uso
Asistente de mantenimiento	776 Hrs.	S/.5,00	S/.3.880,00
Supervisor de mantenimiento	544 Hrs.	S/.7,50	S/.4.080,00
Repuestos para fajas transportadora		S/.-	S/.72.000,00
Repuestos para batidora		S/.-	S/.18.000,00
Repuestos para cortadora		S/.-	S/.12.000,00
Repuestos para tolva de alimentación		S/.-	S/.15.000,00
Repuestos para extrusora		S/.-	S/.10.000,00
Repuestos para bomba de vacío		S/.-	S/.8.500,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/.143.460,00</b>

Fuente: Elaboración propia

La suma total del proyecto es de S/. 143 460,0 distribuidos en las etapas definidas en el Gantt de la presente investigación:

Tabla N° 10: Presupuesto por actividad del proyecto

Nombre de tarea	Duración (Hrs.)	Costo total	Nombres de los recursos
<b>Plan de mantenimiento preventivo en la Planta N° 1 en Corporación REX S.A.</b>	<b>1.040 horas</b>	<b>S/.144.360,00</b>	<b>Supervisor de mantenimiento</b>

Nombre de tarea	Duración (Hrs.)	Costo total	Nombres de los recursos
<b>Etap 1: Análisis de la situación actual</b>	<b>168 horas</b>	<b>S/.1.180,00</b>	
Definir indicadores de medición	8 horas	S/.40,00	Asistente de mantenimiento
Analizar los reportes de producción de la situación actual	24 horas	S/.120,00	Asistente de mantenimiento
Elaborar el análisis de la situación actual	136 horas	S/.1.020,00	Supervisor de mantenimiento
<b>Etap 2: De la implementación</b>	<b>488 horas</b>	<b>S/.3.740,00</b>	
Identificar los equipos de la planta N°1	8 horas	S/.40,00	Asistente de mantenimiento
Conocer las especificaciones técnicas de los equipos	40 horas	S/.200,00	Asistente de mantenimiento
Recopilar el historial de mantenimientos realizados por equipos	80 horas	S/.400,00	Asistente de mantenimiento
Definir las cantidades de horas asignadas por mantenimiento	80 horas	S/.400,00	Asistente de mantenimiento
Definir los recursos necesarios por mantenimiento	40 horas	S/.300,00	Supervisor de mantenimiento
Definir la frecuencia de los mantenimientos por equipos	80 horas	S/.400,00	Asistente de mantenimiento
Elaborar el plan de mantenimientos	160 horas	S/.2.000,00	Supervisor de mantenimiento;

Nombre de tarea	Duración (Hrs.)	Costo total	Nombres de los recursos
preventivos			Asistente de mantenimiento
<b>Etapas 3: De la ejecución</b>	<b>272 horas</b>	<b>S/.138.660,00</b>	
Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo	240 horas	S/.138.500,00	Asistente de mantenimiento; Repuestos para batidora [1]; Repuestos para bomba de vacío [1]; Repuestos para cortadora [1]; Repuestos para extrusora [1]; Repuestos para fajas transportadora [4]; Repuestos para tolva de alimentación [1]; Supervisor de mantenimiento
Realizar la documentación de los mantenimientos realizados	32 horas	S/.160,00	Asistente de mantenimiento
<b>Etapas 4: De los resultados obtenidos</b>	<b>112 horas</b>	<b>S/.780,00</b>	
Analizar los reportes de producción después de la ejecución de mantenimientos del mes de marzo	24 horas	S/.120,00	Asistente de mantenimiento
Analiza los reportes de producción después de la ejecución de	24 horas	S/.180,00	Supervisor de mantenimiento



Nombre de tarea	Duración (Hrs.)	Costo total	Nombres de los recursos
mantenimiento del mes de abril			
Aplicar los indicadores definidos	16 horas	S/.120,00	Supervisor de mantenimiento
Elaborar el reporte de los resultados obtenidos	24 horas	S/.180,00	Supervisor de mantenimiento
Elaborar el reporte de costo/beneficio alcanzado	24 horas	S/.180,00	Supervisor de mantenimiento
<Fin>	0 horas	S/-	Asistente de mantenimiento; Supervisor de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.3. Implementación de la propuesta

#### 2.7.3.1. Describir implementación

El plan de mantenimiento preventivo para la planta N° 1 de la empresa corporación Rex S.A. Está constituido por las siguientes etapas de recopilación de información:

#### 1era Etapa: Conocimiento del alcance de implementación

En esta primera etapa consiste en definir el alcance de implementación del proyecto, es decir, el área o equipos involucrados, si será de manera parcial o total en toda la planta de producción.

Para el presente proyecto, el alcance delimitado es para la planta N° 1 de la empresa, la cual está constituida por los siguientes equipos:

Tabla N° 11: Inventario de equipos de la planta N° 1

Nº	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	PLANTA
1	Tolva de alimentación	1	Planta 1
2	Faja transportadoras	4	Planta 1
3	Batidora	1	Planta 1
4	Extrusora	1	Planta 1
5	Bomba de vacío	1	Planta 1
6	Cortadora	1	Planta 1

Fuente: Elaboración propia

## **Etapas 2: Descripción de los equipos**

Conociendo los equipos en los cuales se implementará el plan de mantenimiento se procede a la descripción de cada uno de los equipos:

### **- Tolva de alimentación**

La tolva vibradora es ideal para recibir los productos a granel por parte del operador y mediante vibración los entrega a la banda de alimentación (alimentador tipo Z, o tipo cuello Cisne). Este equipo le da suficiente autonomía a la línea para que el operario realice otras labores, mientras se desocupa la tolva.

La serie de caseta alimentadora es un equipo para la alimentación constante MEDIDA / RACIONADA de material crudo, La marca SOUZA puede proveer casetas alimentadoras para satisfacer las demandas de diferentes materiales según capacidad. Las placas de hierro de sus estructuras son especiales para trabajar en alta humedad de las materias primas.

Imagen N° 8: Tolva de alimentación



Fuente: Corporación REX S.A.

#### - **Fajas transportadoras**

Cintas transportadoras del material rocoso de arcilla para la elaboración de los ladrillos, cintas transportadoras salientes de cada equipo y de alimentación a otro. Soportada sobre una base metálica (castillo) de 5m x 0.50m. Las fajas transportadoras funcionan con el apoyo de dos tambores, uno de cola y otro de cabeza, que trabajan conjuntamente con un motorreductor fijado a la cabeza de la faja transportadora.

Imagen N° 9: Faja transportadora



Fuente: Corporación Rex S.A.

- **Batidora**

La batidora serie SJ doble eje es un equipo clave, principal para el proceso de preparación de materiales crudos, riego para que tome punto la mezcla y para batido perfecto de materiales.

Imagen N° 10: Batidora



Fuente: Corporación Rex S.A.

- **Extrusora**

La Extrusora de vacío doble etapa es apropiada para producir toda clase de ladrillos sean MACIZOS o CON AGUJEROS, puede trabajar con toda clase de materiales crudos como: ARCILLA, GRED (CAPAS DE ARCILLA EN DIFERENTES LEYES), LUTITA, CARBON, CENIZAS, etc. Está fabricada usando tecnología de pulverización fina en sus metales así como en sus tornillos y tuercas, hélices para arcilla, para darle súper solidos; tratamiento para endurecimiento, tratamiento de metales, tratamiento de acero templado; toda esta tecnología aplicada en su fabricación brinda calidad y larga vida de trabajo. Se aplica endurecimiento de la superficie, estas tienen muchas patentes de diseño nuestras, todos los tratamientos aplicados sobre la máquina le dan larga vida, trabajo y productividad además de un diseño razonablemente superior, la estructura compacta reduce el consumo de energía, no hay sacudidas durante el trabajo. La leyenda JKY60/60-40, se lee: Diámetro de

Barril 60cm; presión máxima es 4.0Mpa. La leyenda JKB50/45-35, se lee: Diámetro de Barril 50cm; presión máxima es 3.5Mpa. JKB para materiales MUY DUROS, adopta mayor presión para el extruido 3.0 – 3.5 MPa obvio también para suaves. Las diferencias entre EXTRUSORA VACIO DE DOBLE ETAPA y EXTRUSORA VACIO COMPACTA SERIE JK EXTRUSORA VACIO DE DOBLE ETAPA tiene una etapa alta de batido para extrusión y una etapa baja de Extrusión, necesita dos motores para dirigir ambas separadamente. SERIE JKRL EXTRUSORA VACIO COMPACTA la etapa alta de batido es mediana, la máquina entera es conducida por un solo motor para las dos tareas de batido y de extruido.

Imagen N° 11: Extrusora



Fuente: Corporación REX S.A.

#### - Cortadora

La máquina cortadora de columnas de arcilla corta la columna de arcilla que sale de la extrusora en las longitudes requeridas y esta columna de arcilla es formada en bloques/ladrillos por la máquina cortadora de ladrillos frescos.

Imagen N° 12: Cortadora de ladrillera



Fuente: Corporación REX S.A.

### Etapa 3: Recopilación de mantenimientos por equipo

La siguiente etapa consiste en recopilar todos los mantenimientos realizados por equipos, clasificarlo por tipo mecánico, eléctrico o hidráulico, su frecuencia existente y periodicidad, además de proyección de tiempo efectivo necesario para su ejecución y recursos necesarios.

#### Equipo 1: Tolva de alimentación

Para listar los mantenimientos correspondientes de la tolva de alimentación, han sido divididos en 4 partes fundamentales:

Tabla N° 12: P.M.P. de la estructura superior e inferior de la tolva de alimentación

Estructura superior e inferior de la tolva de alimentación							
Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
Revisión y limpieza de estructura superior	2	Mensual	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de estructura superior	2	Anual	Desgaste	Mecánico	6	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de estructura inferior	6	Anual	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de catalina	1	Cada 8 años	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de chumaceras	1	Cada 8 años	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico

Estructura superior e inferior de la tolva de alimentación							
Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
Cambio de pasadores	1	Cada 8 años	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de raspador	1	Cada 8 años	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de acople	1	Cada 2 años	Rotura	Mecánico	1	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: P.M.P. de las escamas de la tolva de alimentación

Escamas de tolva de alimentación							
Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de mantenimiento	H-H	Cant. Recursos	Tipo de recursos
Revisión y limpieza de pines	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de pines	1	Cada 4 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de ruedas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de ruedas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de orejas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico

Escamas de tolva de alimentación							
Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de mantenimiento	H-H	Cant. Recursos	Tipo de recursos
Cambio de orejas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de escamas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de escamas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de pasadores	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de pasadores	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de arandelas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de arandelas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: P.M.P. del reductor de la tolva de alimentación

Reductor de tolva de alimentación							
Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de mantenimiento	H-H	Cant. Recursos	Tipo de recursos
Cambio de aceite omala 680	1	Anual	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de piñones	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico



Reductor de tolva de alimentación							
Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de mantenimiento	H-H	Cant. Recursos	Tipo de recursos
							mecánico
Cambio de piñones	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	1,5	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de rodamientos	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de rodamientos	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	1,5	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de eje	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de eje	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	1,5	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de poleas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de poleas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	1,5	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de fajas de transmisión	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de fajas de transmisión	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	1,5	2	Técnico mecánico
Acople	1	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

**Equipo N° 2: Faja transportadora N° 1, N°2, N° 3 y N° 4**

Para los mantenimientos preventivos de la faja transportadora han sido divididos en 3 grupos:

Tabla N° 15: P.M.P. de la faja transportadora N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Estructura de faja transportadora</b>							
Mantenimiento de banda transportadora	1	Anual	Desgaste	Mecánico	4	4	Técnico mecánico
Cambio de banda transportadora	1	Cada 8 años	Desgaste	Mecánico	2	4	Técnico mecánico
Revisión de tambor conducido	2	Anual	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión de tambor motorizado	2	Anual	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de chumaceras	6	Anual	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Lubricación de chumaceras	12	Anual	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de chumaceras	1	Cada 4 años	Desgaste	Mecánico	4	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de catalinas de tambor conducida	6	Anual	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de catalinas de tambor motorizado	6	Anual	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Mantenimiento de polines	6	Anual	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Estructura de faja transportadora</b>							
Cambio de rodamientos de polines	2	Anual	Desgaste	Mecánico	3	2	Técnico mecánico
Mantenimiento de mandiles	6	Anual	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Mantenimiento de electroimán	1	Mensual	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: P.M.P. del reductor de fajas transportadora N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Reductor de faja transportadora</b>							
Revisión y limpieza de rodamientos	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de rodamientos	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	3	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de eje	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de eje	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
Revisión y limpieza de poleas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de poleas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de fajas de transmisión	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	0,5	2	Técnico mecánico
Cambio de fajas de transmisión	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	0,5	2	Técnico mecánico
Acople	1	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: P.M.P. del motor de faja transportadora N° 1, N° 2, N° 3 y N° 4

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Motor de faja transportadora</b>							
Limpieza y pulverizado de motor	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Prueba de aislamiento	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Revisión de terminales	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Revisión de ajustes y tolerancias	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Motor de faja transportadora</b>							
Mantenimiento del tablero eléctrico	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico

Fuente: Elaboración propia

### Equipo 3: Batidora

Tabla N° 18: P.M.P. de la batidora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
Cambio de paletas	2	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	10	4	Operadores
Templado de faja	2	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Reposición de aceite	2	Cada 2 meses	Desgaste	Hidráulico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de rodamientos	2	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Cambio de rodamientos	2	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	4	2	Técnico mecánico
Mantenimiento de motor	2	Cada 2 meses	Desgaste	Eléctrico	3	2	Técnico eléctrico
Mantenimiento de embrague	2	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	3	2	Técnico eléctrico

Fuente: Elaboración propia

#### Equipo 4: Extrusora

Para el mantenimiento de la extrusora, se divide en 3 grupos tanto para la extrusora, así como para el mantenimiento de la bomba vacío:

Tabla N° 19: P.M.P. de la extrusora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Mantenimiento de extrusora</b>							
Cambio completo de fundas de cámara	1	Mensual	Preventiva	Mecánico	2,5	1	Operadores
Cambio de paletas	1	Mensual	Preventiva	Mecánico	2,5	1	Técnico mecánico
Cambio de uñas	1	Mensual	Preventiva	Mecánico	2,5	1	Técnico mecánico
Cambio de platinas	1	Mensual	Preventiva	Mecánico	2,5	1	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: P.M.P. de la bomba de vacío de la extrusora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Bomba de vacío de la extrusora</b>							

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Bomba de vacío de la extrusora</b>							
Revisión de válvulas de ingreso y salida de agua, filtros, acople, motor, tuberías y tanque	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	1	Técnico mecánico
Cambio de válvulas	1	Cada 8 meses	Preventiva	Mecánico	0,5	1	Técnico mecánico
Mantenimiento de motor de bomba	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	1	Técnico eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21: P.M.P. del motor de la extrusora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Motor de extrusora</b>							
Limpieza y pulverizado de motor	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Prueba de aislamiento	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Revisión de terminales	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Revisión de ajustes y tolerancias	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Mantenimiento del tablero eléctrico	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Motor de extrusora</b>							
							eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22: P.M.P. del reductor de la extrusora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Reductor de extrusora</b>							
Revisión y limpieza de rodamientos	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de rodamientos	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	3	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de eje	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de eje	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de poleas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de poleas	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Revisión y limpieza de fajas de transmisión	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	0,5	2	Técnico mecánico
Cambio de fajas de transmisión	1	Cada 2 años	Desgaste	Mecánico	0,5	2	Técnico mecánico



Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de Mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Reductor de extrusora</b>							
Acople	1	Cada 2 meses	Desgaste	Mecánico	1	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

#### Equipo N° 5: Cortadora

Tabla N° 23: P.M.P. de la cortadora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Mantenimiento de cortadora</b>							
Templado de fajas	1	Mensual	Preventiva	Mecánico	0,5	2	Operadores
Mantenimiento de cadena de cortador	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de zapatas	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	2	2	Técnico mecánico
Mantenimiento de rodillos	1	Cada 2 meses	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico
Cambio de rodajes de rodillos	3	Anual	Preventiva	Mecánico	1	2	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24: P.M.P. del motor de la cortadora

Descripción de mantenimiento	Frecuencia	Periodicidad	Comentario	Tipo de mantto	H-H	Cant. Recursos	Tipo de Recurso
<b>Motor de cortadora</b>							
Limpieza y pulverizado de motor	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Prueba de aislamiento	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Revisión de terminales	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Revisión de ajustes y tolerancias	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico
Mantenimiento del tablero eléctrico	1	Cada 2 meses	Preventiva	Eléctrico	0,5	2	Técnico eléctrico

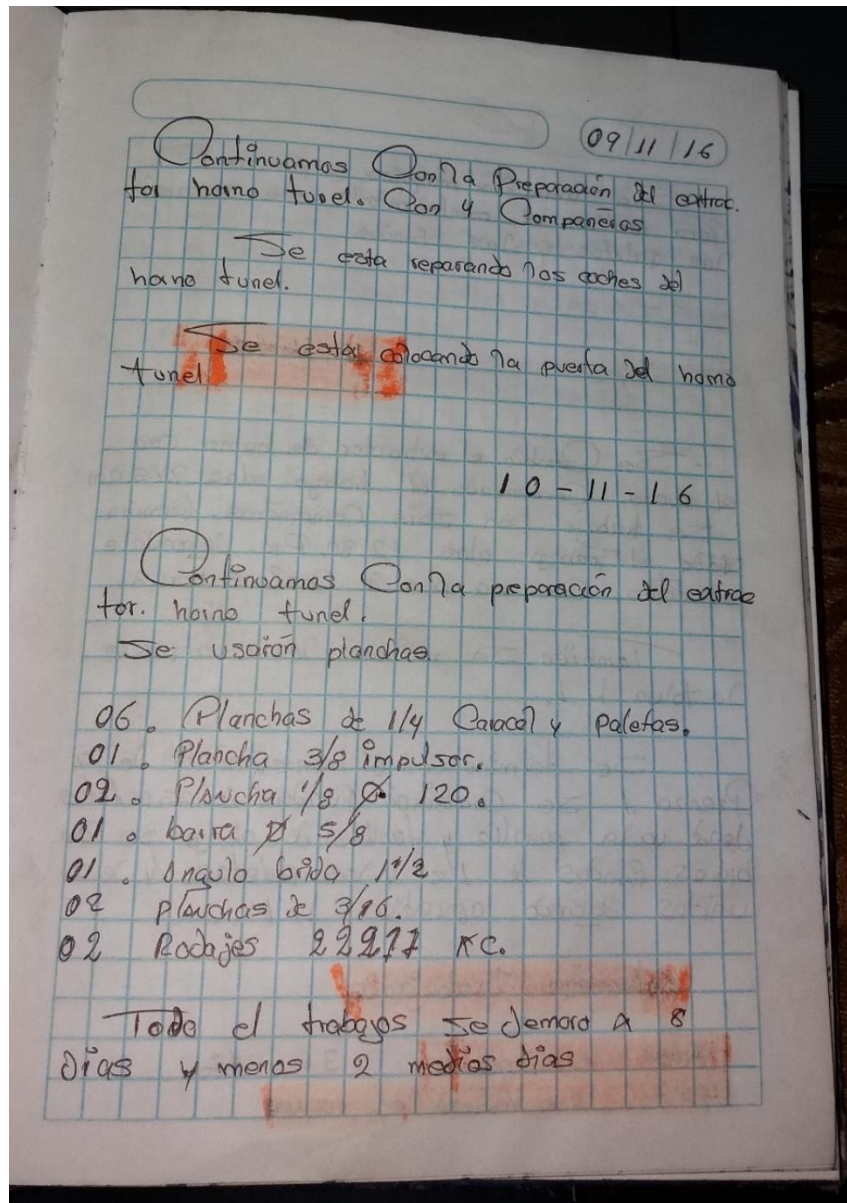
Fuente: Elaboración propia

### 2.7.3.2. Evidencias

Entre la lista de evidencias se ha considerado la documentación existente antes de la aplicación y la relación de formatos de inspección diaria que se han implementado como parte del mantenimiento preventivo con la finalidad de generar el histórico correspondiente para la continua evaluación del equipo.

Imagen N° 13: Evidencia del seguimiento de mantenimiento antes de la implementación

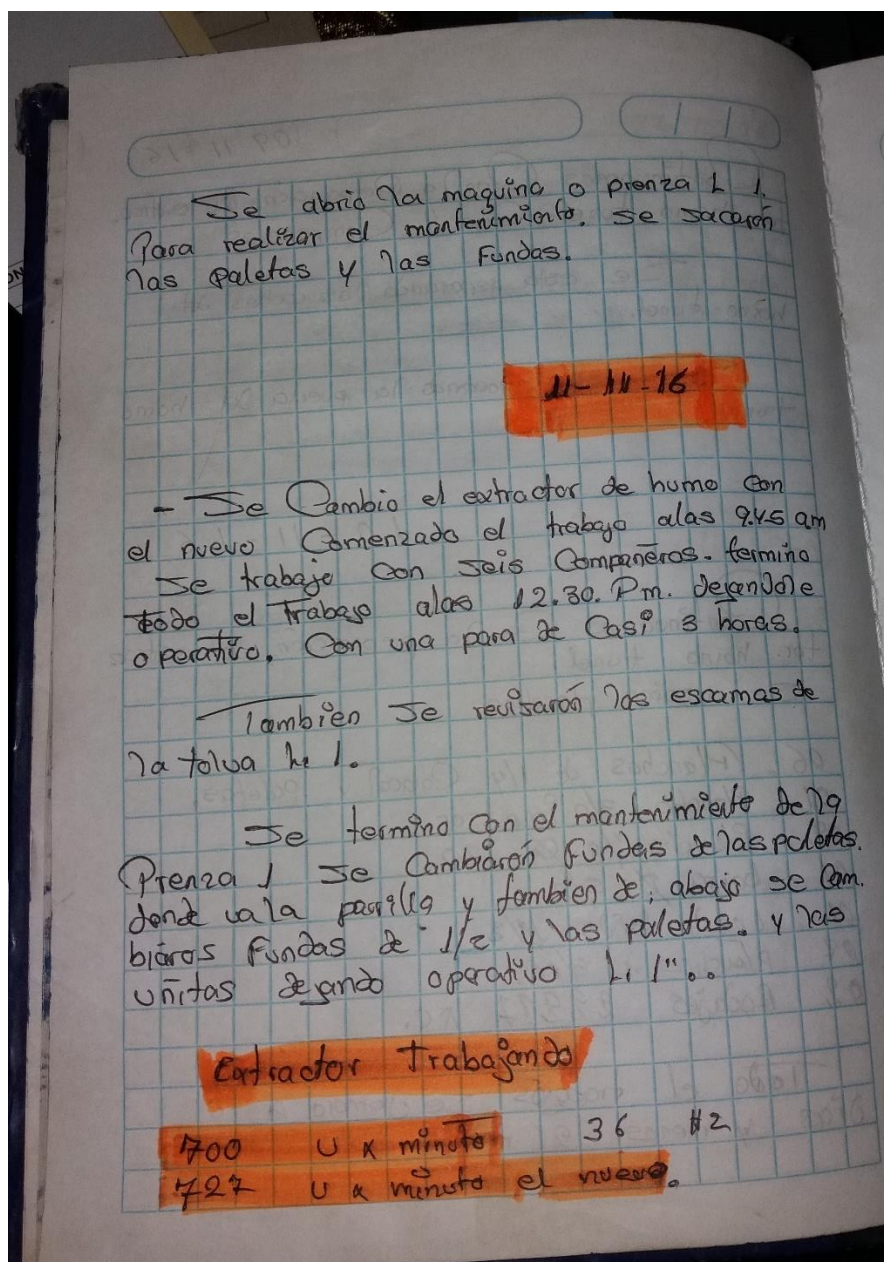
Fuente:



Corporación Rex S.A.

En la evidencia mostrada en la imagen N° 13 se tiene el registro del mantenimiento antes de la implementación, en donde se refleja la actividad a realizar, los materiales a utilizar y el tiempo aproximado de demora de ejecución del mantenimiento. Así mismo, se refleja la manera inaduada del registro documental y del seguimiento del mantenimiento.

Imagen N° 14: Evidencia del cumplimiento de la orden de trabajo de mantenimiento realizado

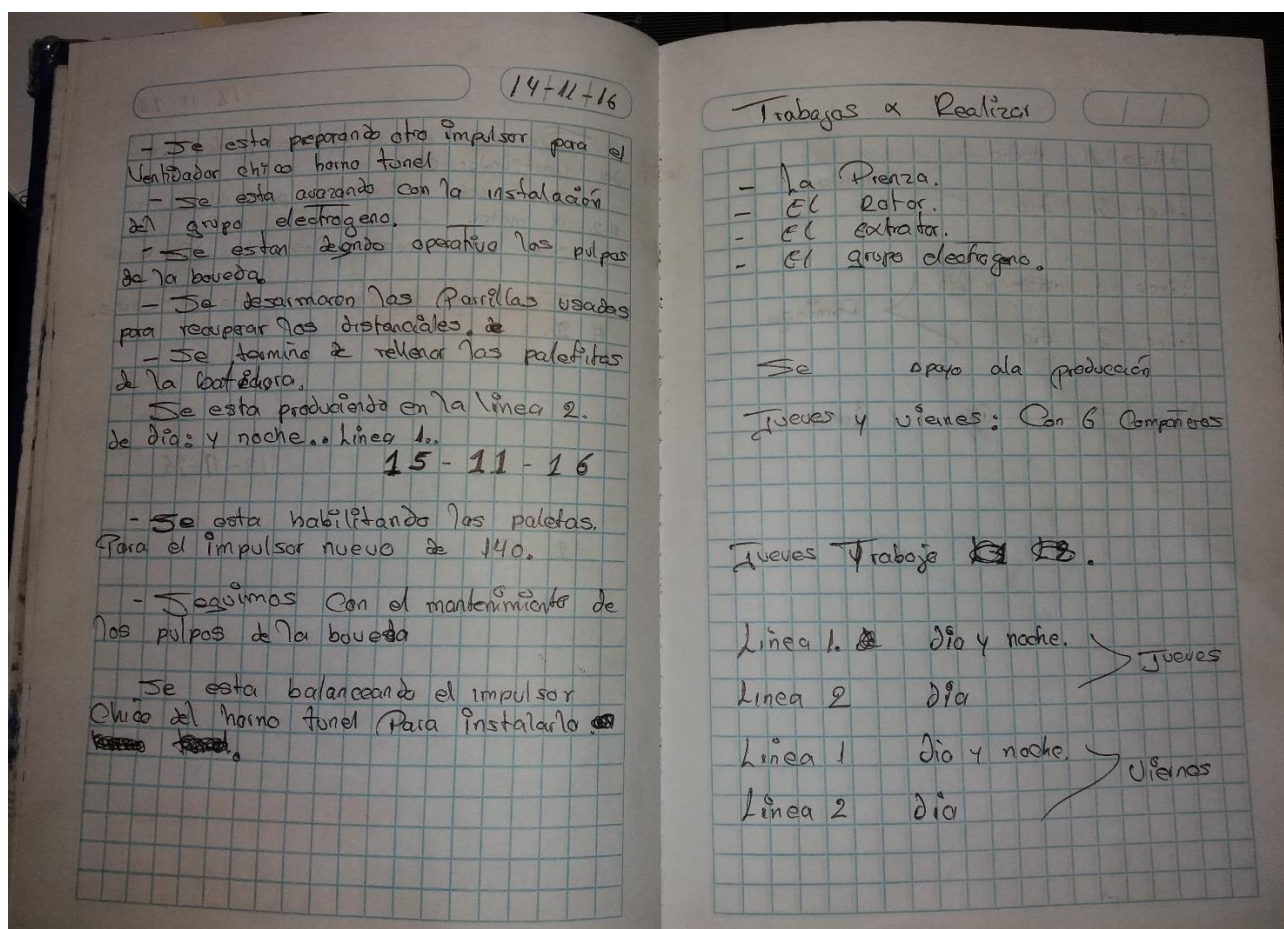


Fuente: Corporación Rex S.A.

En la imagen N° 14, se tiene el seguimiento del cumplimiento de una serie de mantenimientos realizados, indicando la hora de inicio y la cantidad de personal requerido para su ejecución.



Imagen N° 15: Evidencia de registro de mantenimiento a realizarse antes de la implementación



Fuente: Elaboración propia

En la evidencia mostrada en la imagen N° 15 se muestra el registro de una orden de trabajo a realizarse así como las causa que originan las fallas para realizar el mantenimiento en los equipos respectivos.

Tabla N° 25: Evidencia de inspección diaria de planta - Batidora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
BATIDORA  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
02/01/2017

INSPECCIÓN DE BATIDORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Paletas	X			
Faja	X			
Rodamientos	X			
Motor	X			
Embrague				CAMBIO DE ABRAZADERAS
Aceite	X			

CORPORACIÓN REX S.A.  
.....  
Jorge Cuellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26: Evidencia de inspección diaria de planta - Extrusora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
EXTRUSORA  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
02/01/2017

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara	X			
Paletas	X			
Uñas	X			
Platinas	X			
BOMBA DE VACÍO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas		X		con fuga de agua.
Filtros	X			
Motor	X			
Tuberías	X			
Tanque	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		con exceso de temperatura
Eje	X			
Poleas		X		Descaste de canales.
Fajas de transmisión	X			
Acople	X			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Evidencia de inspección diaria de planta - Tolva de alimentación



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

TOLVA DE ALIMENTACION

FRANCISCO CUBA - MECANICO  
02-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Estructura superior	X			
Estructura inferior	X			
Catalinas		X		Desgaste
Chumaceras lado derecho		X		Exceso de temperatura
Chumaceras lado izquierdo	X			
Pasadores	X			
Raspador		X		Con desgaste
Acople	X			
ESCAMAS	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Pines		X		Desgaste
Ruedas	X			
Orejas	X			
Escamas		X		Cambio de escamas torcidas
Pasadores de escamas	X			
Arandelas	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Nivel de aceite	X			
Piñones	X			
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión		X		Cambio de fajas

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 28: Evidencia de inspección diaria de planta - Faja transportadora N° 1



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N° 1  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
02-01-2018

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
banda transportadora	X			
Tambor conducido	X			
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida		X		Desgaste.
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines		X		Cambio de 2 polines.
Rodamientos de polines		X		Cambio de rodamientos.
Mandiles	X			
Electroimán	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión				
Acople	X			
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico		X		Prog. mantenimiento inmediato. Exceso de Amperaje.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29: Evidencia de inspección diaria de planta - Cortadora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
CORTADORA  
FRANCISCO SUBA - MECANICO  
02-01-2017.

CORTADORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Templado de faja	X			
Cadena		X		Cambio de eslabones
Zapatas	X			
Rodillos		X		Desgaste
Rodajes de rodillos	X			
MOTOR	X			
Tablero eléctrico		X		Ventilacion inactivada

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

### **2.7.3.3. Curva de aprendizaje**

Las curvas de aprendizajes, también son llamadas o reconocidas como la economía de escala dinámica, ya que hacen referencia al aumento de la productividad que se produce a través de la experiencia acumulada. (Arrow, 2004).

Por consiguiente, cuando una empresa lleva más de un periodo produciendo un bien y/o servicio pues aprende a producirlo mejor en un tiempo determinado, se hace con el know how del proceso productivo, lo que se traduce en una disminución del costo unitario a medida que aumenta la producción acumulada.

Sin embargo, la curva de aprendizaje es aplicada o es observada en la mano de obra directa, por lo tanto, la curva de aprendizaje para el presente proyecto no aplica a los colaboradores, pues la aplicación del mantenimiento se viene realizando a los equipos, ya que es la principal unidad de análisis.

Por lo tanto, para la presente investigación se puede decir que la curva de aprendizaje no se aplica.

### **2.7.4. Resultados**

#### **2.7.4.1. Captura y análisis de datos después de la implementación de la propuesta**

Luego de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., se ha tomado como captura de datos los reportes de producción correspondientes al mes de marzo y abril del presente año 2017.

A continuación, se tienen los siguientes resultados de mejora en relación con los resultados de los meses anteriores antes de la implementación del plan en la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A.

Tabla N° 30: Análisis de datos después de la implementación

Item	DESPUÉS		PROMEDIO
	MARZO	ABRIL	
Horas programadas de producción	10	10	10
Horas efectivas de producción	9,49	9,64	9,57
Horas de parada	0,51	0,36	0,44
Producción Programadas (TN)	320	320	320
Producción Neta (TN)	303,61	308,63	306,12
Producción de reproceso (TN)	15,18	15,43	15,31
Producción Neta (TN)	288,43	293,2	290,8
Índice de Dispon	95%	96%	96%
Índice de Eficiencia	95%	96%	96%
Eficacia	90%	92%	91%
Productividad	0,86	0,88	0,87

Fuente: Elaboración propia

En el recuadro anterior se ve el comportamiento de la mejora de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los meses de marzo y abril.

De los cuadros mostrados en el punto de analisis de la captura de datos antes de la aplicación y después de la aplicación, se tiene los siguientes resultados de mejora en los indicadores:

- Con la implementación del mantenimiento preventivo, la disponibilidad de los equipos mejoró en un 1,85%. Antes de la aplicación, la disponibilidad promedio era del 93,76% y con la implementación aumento en un 95,5%.
- La eficiencia mejoró en un 12,32%, es decir, antes de la implementación la eficiencia promedio era del 85,02% y la eficiencia promedio después de la implementación fue del 95,50%.
- La eficacia promedio antes de la implementación y después de la implementación fue del 80,77% y 91% respectivamente, teniendo una mejora del 12,66%.
- Finalmente, con la implementación de la mejora la productividad alcanzó un porcentaje del 26,06%. Tal y como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 31: Contraste de análisis de resultados del antes y después de la implementación

Item	Promedio antes	Promedio después	Mejora
Índice de Disponibilidad	93,76%	95,50%	1,85%
Índice de Eficiencia	85,02%	95,50%	12.32%
Eficacia	80,77%	91,00%	12.66%
Productividad	0,69	0,87	26.08%

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.5. Análisis económico financiero (B/C)

Para el análisis económico financiero del proyecto se han realizado los siguientes cálculos:

Tabla N° 32: Cálculo del tiempo efectivo

Estado	Mes	Tiempo Programado	Tiempo Efectivo Total
Antes de la aplicación	Diciembre	310	263,98
Antes de la aplicación	Enero	310	263,15
Después de la aplicación	Marzo	310	294,12
Después de la aplicación	Abril	300	289,34

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 33: Cálculo de producción obtenida

Estado	Mes	Producción Planeada	Producción Ejecutada	Producción reproceso	Producción neta
Antes de la aplicación	Diciembre	9920	8447,47	422,37	8025,09
Antes de la aplicación	Enero	9920	8420,80	421,04	7999,76
Después de la aplicación	Marzo	9920	9411,84	470,59	8941,25
Después de la aplicación	Abril	9600	9258,99	462,95	8796,04

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 34: Cálculo de la producción perdida durante el tiempo perdido

Estado	Mes	Tiempo perdido	Producción perdida
Antes de la aplicación	Diciembre	46,02	1895
Antes de la aplicación	Enero	46,85	1920
Después de la aplicación	Marzo	15,88	979
Después de la aplicación	Abril	10,66	804

Fuente: Elaboración propia

Luego de conocer el comportamiento de la producción en el transcurso de los meses indicados en la tabla anterior, podemos visualizar que la producción perdida después de la aplicación del mantenimiento preventivo ha ido disminuyendo con respecto a los dos primeros meses antes de la aplicación de la mejora. Por consiguiente, teniendo en cuenta el costo de producción por tonelada de ladrillo producido, la pérdida monetaria es:

Tabla N° 35: Comportamiento de la producción perdida en costos

Estado	Mes	producción perdida	Precio unitario	Costo en producción pérdida
Antes de la aplicación	Diciembre	1895	S/.137,20	S/.259.981,19
Antes de la aplicación	Enero	1920	S/.137,20	S/.263.456,93
Después de la aplicación	Marzo	979	S/.137,20	S/.134.284,77
Después de la aplicación	Abril	804	S/.137,20	S/.110.303,68

Fuente: Elaboración propia

Po consiguiente, el beneficio obtenido ha sido de S/. 278 849,67 nuevos soles.

Tabla N° 36: Cálculo del beneficio del proyecto

	ANTES	DESPUÉS	BENEFICIO
BENEFICIO	S/.523.438,12	S/.244.588,45	S/.278.849,67

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, teniendo en cuenta que el proyecto tiene un costo de inversión de S/. 143 460.00 nuevos soles, detallado en el punto 2.7.2.3. de la presente investigación, el beneficio/costo calculado es del 1,94, es decir, el proyecto es viable.

Tabla N° 37: Análisis de beneficio / costo

<b>BENEFICIO</b>	S/.278.849,67
<b>COSTO</b>	S/.143.460,00
<b>B/C</b>	<b>1,94</b>

Fuente: Elaboración propia

### **III. RESULTADOS**



### 3.1. Análisis descriptivos

#### a) Productividad

De la variable dependiente, productividad, se tiene el siguiente análisis descriptivo antes de la aplicación y después de la aplicación, a través del software estadístico SPSS versión 23.

Como resumen del procesamiento de casos se tiene la cantidad de 61 datos, de los cuales el 100% son casos válidos.

Tabla N° 38: Resumen de procesamiento de casos de la variable dependiente

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>Productividad_Antes</b>	61	100,0%	0	0,0%	61	100,0%
<b>Productividad_Después</b>	61	100,0%	0	0,0%	61	100,0%

Fuente: Software SPSS V.23

Del análisis descriptivo se tiene los siguientes resultados:

Tabla N° 39: Análisis descriptivo de la variable dependiente antes de la aplicación

			Estadístico	Error estándar
<b>Productividad_Antes</b>	Media		,6864	,00546
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6755	
		Límite superior	,6973	
	Media recortada al 5%		,6862	
	Mediana		,6900	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04266	

Fuente: Software SPSS V.23

Tabla N° 40: Análisis descriptivo de la variable dependiente después de la aplicación

			Estadístico	Error estándar
<b>Productividad_Despues</b>	Media		,8697	,00791
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8538	
		Límite superior	,8855	
	Media recortada al 5%		,8702	
	Mediana		,8500	
	Varianza		,004	
	Desviación estándar		,06178	

Fuente: Software SPSS V.23

## b) Eficiencia

De la primera dimensión de la variable dependiente, eficiencia, se tiene el siguiente análisis descriptivo antes de la aplicación y después de la aplicación, a través del software estadístico SPSS versión 23.

Como resumen del procesamiento de casos se tiene la eficiencia con una cantidad de 61 datos, de los cuales el 100% son casos válidos.

Tabla N° 41: Resumen de procesamiento de casos de la eficiencia

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>Eficiencia_Antes</b>	61	100,0%	0	0,0%	61	100,0%
<b>Eficiencia_Despues</b>	61	100,0%	0	0,0%	61	100,0%

Fuente: Software SPSS V.23

Del análisis descriptivo se tiene los siguientes resultados:

Tabla N° 42: Análisis descriptivo de la eficiencia antes de la aplicación

			Estadístico	Error estándar
<b>Eficiencia_Antes</b>	<b>Media</b>		,8502	,00351
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8431	
		Límite superior	,8572	
	Media recortada al 5%		,8502	
	Mediana		,8500	
	Varianza		,001	
	Desviación estándar		,02742	

Fuente: Software SPSS V.23

Tabla N° 43: Análisis descriptivo de la eficiencia después de la aplicación

			Estadístico	Error estándar
<b>Eficiencia_Después</b>	Media		,9575	,00426
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9490	
		Límite superior	,9661	
	Media recortada al 5%		,9580	
	Mediana		,9500	
	Varianza		,001	
	Desviación estándar		,03325	

Fuente: Software SPSS V.23

### c) Eficacia

De la segunda dimensión de la variable dependiente, eficacia, se tiene el siguiente análisis descriptivo antes de la aplicación y después de la aplicación, a través del software estadístico SPSS versión 23.

Como resumen del procesamiento de casos se tiene la eficacia con una cantidad de 61 datos, de los cuales el 100% son casos válidos.

Tabla N° 44: Resumen de procesamiento de casos de la eficacia

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>Eficacia_Antes</b>	61	100,0%	0	0,0%	61	100,0%
<b>Eficacia_Después</b>	61	100,0%	0	0,0%	61	100,0%

Fuente: Software SPSS V.23

Del análisis descriptivo de la eficacia se tiene los siguientes resultados:

Tabla N° 45: Análisis descriptivo de la eficacia antes de la aplicación

			Estadístico	Error estándar
<b>Eficacia_Antes</b>	Media		,8067	,00325
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8002	
		Límite superior	,8132	
	Media recortada al 5%		,8067	
	Mediana		,8100	
	Varianza		,001	
	Desviación estándar		,02541	

Fuente: Software SPSS V.23

Tabla N° 46: Análisis descriptivo de la eficacia después de la aplicación

			Estadístico	Error estándar
<b>Eficacia Después</b>	Media		,9089	,00410
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9006	
		Límite superior	,9171	
	Media recortada al 5%		,9093	
	Mediana		,9000	
	Varianza		,001	
	Desviación estándar		,03205	

Fuente: Software SPSS V.23

### 3.2. Análisis inferencial

#### a) Análisis de la hipótesis general

**Hg:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

A fin de contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de las productividades antes y después tienen un comportamiento paramétrico, por lo tanto, en vista que las series de ambos datos tienen una cantidad de 61 datos, se procede a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov – Smirnov.

#### Regla de decisión

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 47: Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorov – Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Antes	,124	61	,021
Productividad_Después	,231	61	,000

Fuente: Software SPSS V.23

De la tabla N° 51, se puede verificar que la significancia de la productividad antes de la aplicación es de 0.021 y después de la aplicación es de 0,000, dado que las productividades del antes y después de la aplicación es menor que 0,05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

- **Contraste de hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

**H<sub>a</sub>:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

**Regla de decisión:**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 48: Comparación de medias de la productividad antes y después con Wilcoxon

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>Productividad_Antes</b>	61	,6864	,04266	,61	,77
<b>Productividad_Después</b>	61	,8697	,06178	,77	,95

Fuente: Software SPSS V.23

De la tabla N° 52, queda demostrado que la media de la productividad, antes de la aplicación (0,6864) es menor que la media de la productividad después de la aplicación (0,8697), por consiguiente, se cumple que **H<sub>0</sub>:**  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no incrementa la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

Finalmente, con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

### Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 49: estadísticos de prueba de Wilcoxon para la productividad

	Productividad_Después - Productividad_Antes
<b>Z</b>	-6,794 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Software SPSS V.23

De la tabla N° 53, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después de la aplicación es de 0,000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

### b) Análisis de hipótesis específicas

#### - Hipótesis específica 1:

**Ha:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficiencia, antes de la aplicación, y eficiencia\_después de la aplicación tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 61, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

### Regla de decisión:

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 50: Prueba de normalidad de la Eficiencia con Kolmogorov Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Eficiencia_Antes</b>	,104	61	,097
<b>Eficiencia_Después</b>	,227	61	,000

Fuente: Software SPSS V23

De la tabla N° 54, se puede verificar que la significancia de la eficiencia\_antes es 0.097 y después 0.000, dado que la eficiencia antes es mayor que 0.05 y la eficiencia después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

### Contrastación de hipótesis específica 1

**Ho:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

**Ha:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

### Regla de decisión:

$$H_o: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$



Tabla N° 51: Comparación de medias de la eficiencia antes y después con Wilcoxon

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>Eficiencia_Antes</b>	61	,8502	,02742	,80	,90
<b>Eficiencia_Después</b>	61	,9575	,03325	,90	1,00

Fuente: Software SPSS V.23

De la tabla N° 55, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia\_Antes (0.8502) es menor que la media de la eficiencia\_después (0.9575), por consiguiente no se cumple  $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no incrementa la eficiencia de la planta N° 1, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual queda demostrado que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

#### Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 52: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficiencia

	<b>Eficiencia_Después - Eficiencia_Antes</b>
<b>Z</b>	-6,796 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Software SPSS V.23

De la tabla N° 56, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.018, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

- **Hipótesis específica 2:**

**Ha:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficacia antes de la aplicación, y la eficacia después de la aplicación tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 61, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Wilcoxon.

**Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 53: Prueba de normalidad de la eficacia con Kolmogorov – Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Eficacia_Antes</b>	,141	61	,004
<b>Eficacia_Después</b>	,228	61	,000

Fuente: Software SPSS V23.

De la tabla N° 57, se puede verificar que la significancia de las eficacias, la eficacia antes es 0.004 y eficacia después es 0.000, dado que la eficacia antes

es menor que 0.05 y la eficacia después es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

### Contraste de hipótesis específica 2

**H<sub>0</sub>:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

**H<sub>a</sub>:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

### Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 54: Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<b>Eficacia_Antes</b>	61	,8067	,02541	,76	,86
<b>Eficacia_Después</b>	61	,9089	,03205	,86	,95

Fuente: Software SPSS 23

De la tabla N° 58, ha quedado demostrado que la media de la Eficacia antes (0.8067) es menor que la media de la Eficacia después (0.9089), por consiguiente no se cumple **H<sub>0</sub>:**  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$ , en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no incrementa la eficacia de la planta N° 1, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

**Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 55: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficacia

	<b>Eficacia_Despues - Eficacia_Antes</b>
<b>Z</b>	-6,797 <sup>b</sup>
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Software SPSS V 23

De la tabla N° 59, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon aplicada a la Eficacia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo-2017.

## **IV. DISCUSIÓN**

#### **4.1. Discusión**

La presente investigación titulada como implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la planta N°1 de la empresa corporacion REX S.A, Carabayllo – 2017, ha sido contrastada con las investigaciones señaladas en el punto de trabajos previos en las cuales incluyen a Hernández (2016), Alfaro (2016) y a Cruzado (2014).

De la tabla N° 35, ha quedado demostrado que la productividad se incrementó en un 26.08% con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A. Lo cual coincide con el tesista Alfaro (2016) que con implementación de una gestión de mantenimiento incrementó la productividad en acarreo mejoró del 98.50% a 99.11%, la productividad de carguío mejoró del 98.79% a 99.14% y la productividad de la flota auxiliares mejoró del 99,11% al 99.32%. Tal como, lo expresa (Ocadiz, 2008), que la productividad es importante en el área de mantenimiento porque invirtiendo en la función de mantenimiento se logran mejorar los procesos productivos, haciendo los más eficientes; mejorar la calidad del producto terminado según los requerimientos del cliente; se eliminar costos por mantenimiento correctivos, tiempos muertos, mayor número de refacciones y piezas desperdiciadas, velocidad en el proceso de fabricación, etc.

De la tabla N° 35, también ha quedado demostrado que el índice de eficiencia se incrementó en un 12.32% con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Corporación Rex S.A. Así como, lo señala el tesista Hernández (2016) que con la propuesta de mejora de un plan mecánico y electrónico, la eficiencia mejoró en un 1.2%. Tal como lo dice la página (Ingeniería Industrial On Line, 2017) que la eficiencia es la relación entre los recursos utilizados de un proyecto y los logros obtenidos. Para la presente investigación, se ve reflejada en el aumento de la cantidad de horas efectivas disponibles de los equipos de la planta N° 1.

Tambien, se puede observar de la tabla N° 35 que el índice de la eficacia se incrementó en un 12.66% con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Corporación Rex S.A. Así como el tesista Cruzado

(2014) en la cual tiene como objetivos principales el aseguramiento de los niveles de producción, maximizar la disponibilidad de las máquinas, reducir la existencia de repuestos, maximizar los trabajos programados, garantizar la seguridad y maximizar la productividad de los trabajadores. Así como, (García, 2011, p. 17). define la eficacia como el nivel de consecución de metas y objetivos, haciendo referencia a la capacidad para lograr lo que se ha planificado.

## **V. CONCLUSIONES**



## 5.1. CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación señalados en las siguientes conclusiones:

- Que, los resultados obtenidos del contraste de hipótesis general mostrados en la tabla N° 52, la productividad incrementó de una diferencia de medias (antes de la aplicación) de 0,6864 a una diferencia de media (después de la aplicación) de 0,8697. Con la implementación del mantenimiento preventivo se logró incrementar la productividad en un 26,08% en la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., es decir, de 0,69 a 0,87 así como se muestran los resultados en la tabla N° 35.
- Que, los resultados obtenidos del contraste de hipótesis específica N° 1 mostrado en la tabla N° 55, la eficiencia incrementó de una diferencia de media (antes de la aplicación) de 0,8502 a una diferencia de medias (después de la aplicación) de 0,9575. Con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se logró incrementar la eficiencia en un 12.32% (Ver tabla N° 35) en la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., mejorando los índices de la eficiencia de 85.02% a 95.50%.
- Que, los resultados obtenidos del contraste de hipótesis N° 2 mostrados en la tabla N° 55, la eficacia incrementó de una diferencia de medias (antes de la aplicación) de 0.8067 a una diferencia de medias (después de la aplicación) de 0.9089 (Ver los resultados en la Tabla N° 58). Con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se logró incrementar la eficacia en un 12,66% (Ver tabla N° 35) en la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A., mejorando los índices de la eficacia de 80.77% al 91%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

## **6.1. Recomendaciones**

Después de la implementación del plan del mantenimiento preventivo en la planta N° 1 en la empresa Corporación Rex S.A. se tienen las siguientes recomendaciones:

- Para continuar con la mejora de la productividad se recomienda que, el plan de mantenimiento preventivo se extienda en su implementación hasta la planta N° 2 para aumentar la productividad global y que sea homogénea.
- Para continuar con la mejora de la eficiencia se recomienda, realizar todos los registros de las fallas mecánicas y eléctricas mediante la herramienta AMFEC, ya que, por medio de ello se realizará un análisis más exacto de las fallas y de las causas que lo originan.
- Para continuar con la mejora de la eficacia se recomienda que, las paradas de plantas sean analizadas en su conveniencia antes de realizarse ya que, las paradas de plantas afectan la producción de la planta N° 1.

## BIBLIOGRAFÍA

### TESIS

- **Becerra Arévalo, Gilberto y Paulino Romero, Jony Melchor. 2012.** *El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero.* Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
- **Cedeño M., José G. 2013.** *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en la norma Covenín 3049-93 para la planta de mezcla de fluidos de perforación en la empresa PROAMSA.* Venezuela : s.n., 2013.
- **Cruzado Sánchez, Antonio. 2014.** *Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión de procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociativa de MYPES del sector textil.* Lima - Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.
- **Lema Vargas, Gerson. 2011.** *Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento productivo total (TPM) en ICAPEB.* Quito, Ecuador : s.n., 2011.
- **Nieto, Enrique Chang. 2008.** *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler.* Lima, Perú : UPC, 2008.
- **Ocadiz, Ricardo. 2008.** *Productividad en el Mantenimiento de industrias.* Barcelona : Universidad de Barcelona, 2008.
- **Paz, Roberto Carro y Gómez, Daniel González. 2012.** *Productividad y Competitividad.* Argentina : Universidad Nacional del Mar de la Plata, 2012.

- **Stronconi P, Diego A y Tamoy R., Jose A. 2010.** *Proponer un plan de mantenimiento correctivo - preventivo de los transformadores de distribución en la empresa ELEBOL.* Venezuela : s.n., 2010.

## LIBROS

- **Cuatrecasas, Lluís y Torrel, Francesca. 2010.** *TPM en un entorno Lean Management.* Barcelona : Profit, 2010.
- **Dolly T., Blanca. 2006.** *Administración de servicios de alimentación: Calidad, nutrición, productividad y beneficios.* s.l. : Universidad de Antioquía, 2006.
- **García Garrido, Santiago. 2012.** *Ingeniería de Mantenimiento, manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento.* Bolivia : Renovetec, 2012.
- **García Palencia, Oliverio. 2012.** *Gestión moderna del mantenimiento industrial.* Bogotá : Ediciones de la U, 2012. ISBN: 978-958-762-051-1.
- **Garrido, Santiago García. 2012.** Disponibilidad. *Ingeniería de mantenimiento.* Madrid : Renovetec, 2012.
- 
- **De la Cruz, Ricardo. 2010.** *La importancia del mantenimiento para las industrias productivas.* Barcelona : Instituto Profesional Duoc UC, 2010.
- **Grup Cervisimag. 2015.** *Mantenimiento preventivo.* Barcelona, España : Grup Cervisimag, 2015.
- **Guajardo, Guadalupe González. 2007.** *Efetividad de planta - OEE.* San Luis Potosí, México : Sima, 2007.
- **Hernandez, Fernández y Batista. 2010.** Investigación Científica. *Investigación Científica.* 2010.
- **Valderrama Mendoza, Santiago. 2013.** Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. [aut. libro] Santiago Valderrama Mendoza.

*Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.* Lima : San Marcos, 2013, pág. 495.

- **Wigodski, J. 2017.** Metodología en Investigación. *Metodología en Investigación.* [En línea] 23 de Febrero de 2017. <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.pe/2010/07/poblacion-y-muestra.html>.

## DOCUMENTOS

- **Arrow.J. 2004.** The economic consequences of learning by doing. 2004.
- **Ingeniería Industrial On Line. 2017.** Ingeniería Industrial On Line. *Ingeniería Industrial On Line.* [En línea] 23 de Febrero de 2017. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/indicadores-de-producci%C3%B3n/>.
- **Martínez, Óscar. 2009.** Investigaciones científicas. *Investigaciones científicas.* s.l. : Universidad Autónoma de Baja California - UABC, 2009.
- **Morales Zamora, Juan. 2006.** *Estudio sobre el Estado de Situación de la Implementación del TPM en Chile.* Chile : Chile, 2006.
- **Pérez, Luis Alberto Cuartas. 2008.** *¿Qué es el mantenimiento?* 2008.
- **Prokopenko, Joseph. 1989.** *La gestión de la productividad.* Ginebra : Oficina Internacional del Trabajo, 1989. ISBN 92-2-305901-1.
- **Rodriguez, Ivet. 2013.** *Mantenimiento indice en la productividad.* Ciudad de México : Manufactura, 2013.
- **SIMA. 2014.** Mantenimiento Planificado. *Mantenimiento Planificado.* [En línea] 14 de Febrero de 2014. [Citado el: 25 de Marzo de 2017.] <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>.

- **Sumanth, David. 2009.** *Administración para la productividad total.* México : Compañía Editorial Continental , 2009.
- **Sydney Quiroz, Edgar J. 2007.** *Productividad total: ¿ Qué tan importante es desarrollar una gestión total de productividad en las emrpesas? s.l. : ULACIT, 2007.*

## **ANEXOS**



**Anexo N° 1: Matriz de consistencia o coherencia**

TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
<b>Independiente</b>	<b>Mantenimiento preventivo</b>	<b>Disponibilidad</b>	¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo - 2017?	Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo - 2017	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A., Carabayllo - 2017
		<b>Cumplimiento del plan de mantenimiento</b>			
TIPO	VARIABLE	DIMENSIONES	PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA
<b>Dependiente</b>	<b>Productividad</b>	<b>Eficiencia</b>	¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. Carabayllo- 2017 ?	Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. Carabayllo- 2017	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. Carabayllo- 2017
		<b>Eficacia</b>	¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. Carabayllo- 2017?	Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. Carabayllo- 2017	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la planta N° 1 de la empresa Corporación REX S.A. Carabayllo- 2017

## Anexo N° 2: Validación de juicio de expertos por el Ing. Jorge Luis Baldárago Baldárago



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: DISPONIBILIDAD</b>	✓		✓		✓		
	$\text{Índice de disponibilidad} = \frac{\text{Hrs. Progr. de producción} - \text{Hrs. Paradas}}{\text{Hrs. Programadas de producción}}$							
2	<b>DIMENSIÓN 2: NIVEL DE CUMPLIMIENTO</b>	✓		✓		✓		
	$\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Órdenes de trabajo realizadas}}{\text{Órdenes de trabajos programados}}$							
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA</b>	✓		✓		✓		
	$\text{Índice de eficiencia} = \frac{\text{Hrs. efectivas de producción}}{\text{Hrs. programadas de producción}} \times 100$							
2	<b>DIMENSIÓN 2: EFICACIA</b>	✓		✓		✓		
	$\text{Índice de eficacia} = \frac{\text{Producción neta}}{\text{Producción programada}} \times 100$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: BALDARRAGO BALDARRAGO Jorge Luis DNI: 44727169

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

23 de 06 del 2017

Baldarago B

Firma del Experto Informante.

### Anexo N° 3: Validación de juicio de expertos por el Ing. Marcial Oswaldo Castellano Silva



#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>							
	<b>DIMENSIÓN 1: DISPONIBILIDAD</b>							
1	$\text{índice de disponibilidad} = \frac{\text{Hrs. Progr. de producción} - \text{Hrs. Paradas}}{\text{Hrs. Programadas de producción}}$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2: NIVEL DE CUMPLIMIENTO</b>							
2	$\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Órdenes de trabajo realizadas}}{\text{Órdenes de trabajos programados}}$	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD</b>							
	<b>DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA</b>							
1	$\text{Índice de eficiencia} = \frac{\text{Hrs. efectivas de producción}}{\text{Hrs. programadas de producción}} \times 100$	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2: EFICACIA</b>							
2	$\text{Índice de eficacia} = \frac{\text{Producción neta}}{\text{Producción programada}} \times 100$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [X]            Aplicable después de corregir [ ]            No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: CASTELLANO SILVA, MARCIAL OSWALDO DNI: 42773815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

28 de Junio del 2016

Firma del Experto Informante.

# Anexo N° 4: Validación de juicio de expertos por el Dr. Leonidas Bravo Rojas



## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE .....

Nº	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: DISPONIBILIDAD							
	$\text{Índice de disponibilidad} = \frac{\text{Hrs. Progr. de producción} - \text{Hrs. Paradas}}{\text{Hrs. Programadas de producción}}$							
2	DIMENSIÓN 2: NIVEL DE CUMPLIMIENTO							
	$\text{Nivel de cumplimiento} = \frac{\text{Órdenes de trabajo realizadas}}{\text{Órdenes de trabajos programados}}$							
	VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA							
	$\text{Índice de eficiencia} = \frac{\text{Hrs. efectivas de producción}}{\text{Hrs. programadas de producción}} \times 100$							
2	DIMENSIÓN 2: EFICACIA							
	$\text{Índice de eficacia} = \frac{\text{Producción neta}}{\text{Producción programada}} \times 100$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Leonidas Bravo Rojas

DNI: 08637386

Especialidad del validador: Ing. Industrial, MBS, Dr.

26 de 06 del 2015

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

**Anexo Nº 5: Reporte de producción - Mes de Diciembre 2016**

Fecha	Horario	Hrs. Programadas de producción	Horas efectivas de producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN)	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
01/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,52	1,48	320	272,53	13,63	258,91	85,2%	85,17%	80,91%	68,91%
02/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,63	1,37	320	276,27	13,81	262,45	86,3%	86,33%	82,02%	70,81%
03/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,62	1,38	320	275,73	13,79	261,95	86,2%	86,17%	81,86%	70,53%
04/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,27	1,73	320	264,53	13,23	251,31	82,7%	82,67%	78,53%	64,92%
05/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,77	1,23	320	280,53	14,03	266,51	87,7%	87,67%	83,28%	73,01%
06/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,52	1,48	320	272,53	13,63	258,91	85,2%	85,17%	80,91%	68,91%
07/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,10	1,90	320	259,20	12,96	246,24	81,0%	81,00%	76,95%	62,33%
08/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,35	1,65	320	267,20	13,36	253,84	83,5%	83,50%	79,33%	66,24%
09/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,50	1,50	320	272,00	13,60	258,40	85,0%	85,00%	80,75%	68,64%
10/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,40	1,60	320	268,80	13,44	255,36	84,0%	84,00%	79,80%	67,03%
11/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,25	1,75	320	264,00	13,20	250,80	82,5%	82,50%	78,38%	64,66%
12/12/2016	7:00 - 18:00	10	9,00	1,00	320	288,00	14,40	273,60	90,0%	90,00%	85,50%	76,95%
13/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,40	1,60	320	268,80	13,44	255,36	84,0%	84,00%	79,80%	67,03%
14/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,30	1,70	320	265,60	13,28	252,32	83,0%	83,00%	78,85%	65,45%
15/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,43	1,57	320	269,87	13,49	256,37	84,3%	84,33%	80,12%	67,57%
16/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,02	1,98	320	256,53	12,83	243,71	80,2%	80,17%	76,16%	61,05%

Fecha	Horario	Hrs. Programadas de producción	Horas efectivas de producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
17/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,03	1,97	320	257,07	12,85	244,21	80,3%	80,33%	76,32%	61,31%
18/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,95	1,05	320	286,40	14,32	272,08	89,5%	89,50%	85,03%	76,10%
19/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,77	1,23	320	280,53	14,03	266,51	87,7%	87,67%	83,28%	73,01%
20/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,90	1,10	320	284,80	14,24	270,56	89,0%	89,00%	84,55%	75,25%
21/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,22	1,78	320	262,93	13,15	249,79	82,2%	82,17%	78,06%	64,14%
22/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,65	1,35	320	276,80	13,84	262,96	86,5%	86,50%	82,18%	71,08%
23/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,65	1,35	320	276,80	13,84	262,96	86,5%	86,50%	82,18%	71,08%
24/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,22	1,78	320	262,93	13,15	249,79	82,2%	82,17%	78,06%	64,14%
25/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,85	1,15	320	283,20	14,16	269,04	88,5%	88,50%	84,08%	74,41%
26/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,22	1,78	320	262,93	13,15	249,79	82,2%	82,17%	78,06%	64,14%
27/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,52	1,48	320	272,53	13,63	258,91	85,2%	85,17%	80,91%	68,91%
28/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,98	1,02	320	287,47	14,37	273,09	89,8%	89,83%	85,34%	76,67%
29/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,60	1,40	320	275,20	13,76	261,44	86,0%	86,00%	81,70%	70,26%
30/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,67	1,33	320	277,33	13,87	263,47	86,7%	86,67%	82,33%	71,36%
31/12/2016	7:00 - 18:00	10	8,70	1,30	320	278,4	13,92	264,48	87,0%	87,00%	82,65%	71,91%



**Anexo Nº 6: Reporte de producción - Enero 2017**

Fecha	Horario	Hrs. Prog. De producción	Horas efect. De producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
01/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,90	1,10	320	284,80	14,24	270,56	89,0%	89,00%	84,55%	75,25%
02/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,68	1,32	320	277,87	13,89	263,97	86,8%	86,83%	82,49%	71,63%
03/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,52	1,48	320	272,53	13,63	258,91	85,2%	85,17%	80,91%	68,91%
04/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,07	1,93	320	258,13	12,91	245,23	80,7%	80,67%	76,63%	61,82%
05/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,65	1,35	320	276,80	13,84	262,96	86,5%	86,50%	82,18%	71,08%
06/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,55	1,45	320	273,60	13,68	259,92	85,5%	85,50%	81,23%	69,45%
07/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,52	1,48	320	272,53	13,63	258,91	85,2%	85,17%	80,91%	68,91%
08/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,28	1,72	320	265,07	13,25	251,81	82,8%	82,83%	78,69%	65,18%
09/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,85	1,15	320	283,20	14,16	269,04	88,5%	88,50%	84,08%	74,41%
10/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,72	1,28	320	278,93	13,95	264,99	87,2%	87,17%	82,81%	72,18%
11/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,57	1,43	320	274,13	13,71	260,43	85,7%	85,67%	81,38%	69,72%
12/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,87	1,13	320	283,73	14,19	269,55	88,7%	88,67%	84,23%	74,69%
13/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,20	1,80	320	262,40	13,12	249,28	82,0%	82,00%	77,90%	63,88%
14/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,52	1,48	320	272,53	13,63	258,91	85,2%	85,17%	80,91%	68,91%
15/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,32	1,68	320	266,13	13,31	252,83	83,2%	83,17%	79,01%	65,71%
16/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,60	1,40	320	275,20	13,76	261,44	86,0%	86,00%	81,70%	70,26%

Fecha	Horario	Hrs. Prog. De producción	Horas efect. De producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
17/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,02	1,98	320	256,53	12,83	243,71	80,2%	80,17%	76,16%	61,05%
18/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,53	1,47	320	273,07	13,65	259,41	85,3%	85,33%	81,07%	69,18%
19/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,03	1,97	320	257,07	12,85	244,21	80,3%	80,33%	76,32%	61,31%
20/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,50	1,50	320	272,00	13,60	258,40	85,0%	85,00%	80,75%	68,64%
21/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,37	1,63	320	267,73	13,39	254,35	83,7%	83,67%	79,48%	66,50%
22/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,50	1,50	320	272,00	13,60	258,40	85,0%	85,00%	80,75%	68,64%
23/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,68	1,32	320	277,87	13,89	263,97	86,8%	86,83%	82,49%	71,63%
24/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,00	2,00	320	256,00	12,80	243,20	80,0%	80,00%	76,00%	60,80%
25/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,37	1,63	320	267,73	13,39	254,35	83,7%	83,67%	79,48%	66,50%
26/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,33	1,67	320	266,67	13,33	253,33	83,3%	83,33%	79,17%	65,97%
27/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,18	1,82	320	261,87	13,09	248,77	81,8%	81,83%	77,74%	63,62%
28/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,47	1,53	320	270,93	13,55	257,39	84,7%	84,67%	80,43%	68,10%
29/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,73	1,27	320	279,47	13,97	265,49	87,3%	87,33%	82,97%	72,46%
30/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,68	1,32	320	277,87	13,89	263,97	86,8%	86,83%	82,49%	71,63%
31/01/2017	7:00 - 18:00	10	8,95	1,05	320	286,40	14,32	272,08	89,5%	89,50%	85,03%	76,10%



**Anexo Nº 7: Reporte de producción - Marzo 2017**

Fecha	Horas prog. De producción	Horas efect. De producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
01/03/2017	10	9,32	0,68	320	298,13	14,91	283,23	93,2%	93,17%	88,51%	82,46%
02/03/2017	10	9,50	0,50	320	304,00	15,20	288,80	95,0%	95,00%	90,25%	85,74%
03/03/2017	10	9,18	0,82	320	293,87	14,69	279,17	91,8%	91,83%	87,24%	80,12%
04/03/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
05/03/2017	10	9,55	0,45	320	305,60	15,28	290,32	95,5%	95,50%	90,73%	86,64%
06/03/2017	10	9,42	0,58	320	301,44	15,07	286,37	94,2%	94,20%	89,49%	84,30%
07/03/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
08/03/2017	10	9,32	0,68	320	298,13	14,91	283,23	93,2%	93,17%	88,51%	82,46%
09/03/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
10/03/2017	10	9,55	0,45	320	305,60	15,28	290,32	95,5%	95,50%	90,73%	86,64%
11/03/2017	10	9,48	0,52	320	303,47	15,17	288,29	94,8%	94,83%	90,09%	85,44%
12/03/2017	10	9,42	0,58	320	301,33	15,07	286,27	94,2%	94,17%	89,46%	84,24%
13/03/2017	10	9,08	0,92	320	290,67	14,53	276,13	90,8%	90,83%	86,29%	78,38%
14/03/2017	10	9,25	0,75	320	296,00	14,80	281,20	92,5%	92,50%	87,88%	81,28%
15/03/2017	10	9,15	0,85	320	292,80	14,64	278,16	91,5%	91,50%	86,93%	79,54%
16/03/2017	10	9,12	0,88	320	291,84	14,59	277,25	91,2%	91,20%	86,64%	79,02%

Fecha	Horas prog. De producción	Horas efect. De producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
17/03/2017	10	9,65	0,35	320	308,80	15,44	293,36	96,5%	96,50%	91,68%	88,47%
18/03/2017	10	9,35	0,65	320	299,20	14,96	284,24	93,5%	93,50%	88,83%	83,05%
19/03/2017	10	9,17	0,83	320	293,33	14,67	278,67	91,7%	91,67%	87,08%	79,83%
20/03/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
21/03/2017	10	9,47	0,53	320	302,93	15,15	287,79	94,7%	94,67%	89,93%	85,14%
22/03/2017	10	9,45	0,55	320	302,40	15,12	287,28	94,5%	94,50%	89,78%	84,84%
23/03/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
24/03/2017	10	9,25	0,75	320	296,00	14,80	281,20	92,5%	92,50%	87,88%	81,28%
25/03/2017	10	9,57	0,43	320	306,13	15,31	290,83	95,7%	95,67%	90,88%	86,95%
26/03/2017	10	9,03	0,97	320	288,96	14,45	274,51	90,3%	90,30%	85,79%	77,46%
27/03/2017	10	9,40	0,60	320	300,80	15,04	285,76	94,0%	94,00%	89,30%	83,94%
28/03/2017	10	9,30	0,70	320	297,60	14,88	282,72	93,0%	93,00%	88,35%	82,17%
29/03/2017	10	9,58	0,42	320	306,67	15,33	291,33	95,8%	95,83%	91,04%	87,25%
30/03/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
31/03/2017	10	9,57	0,43	320	306,13	15,31	290,83	95,7%	95,67%	90,88%	86,95%

**Anexo Nº 8: Reporte de producción - Abril 2017**

Fecha	Horas prog. De producción	Horas efect. De producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
01/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
02/04/2017	10	9,25	0,75	320	296,00	14,80	281,20	92,5%	92,50%	87,88%	81,28%
03/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
04/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
05/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
06/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
07/04/2017	10	9,47	0,53	320	302,93	15,15	287,79	94,7%	94,67%	89,93%	85,14%
08/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
09/04/2017	10	9,33	0,67	320	298,67	14,93	283,73	93,3%	93,33%	88,67%	82,76%
10/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
11/04/2017	10	9,17	0,83	320	293,33	14,67	278,67	91,7%	91,67%	87,08%	79,83%
12/04/2017	10	9,32	0,68	320	298,13	14,91	283,23	93,2%	93,17%	88,51%	82,46%
13/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
14/04/2017	10	9,20	0,80	320	294,40	14,72	279,68	92,0%	92,00%	87,40%	80,41%
15/04/2017	10	9,43	0,57	320	301,87	15,09	286,77	94,3%	94,33%	89,62%	84,54%
16/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%

Fecha	Horas prog. De producción	Horas efect. De producción	Horas de paradas	Producción Prog. (TN)	Producción real (TN )	Producción de reproceso (TN)	Producción Neta (TN)	Índice de Dispon	Índice de Eficiencia	Eficacia	Productividad
17/04/2017	10	9,22	0,78	320	294,93	14,75	280,19	92,2%	92,17%	87,56%	80,70%
18/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
19/04/2017	10	9,37	0,63	320	299,73	14,99	284,75	93,7%	93,67%	88,98%	83,35%
20/04/2017	10	9,47	0,53	320	302,93	15,15	287,79	94,7%	94,67%	89,93%	85,14%
21/04/2017	10	9,40	0,60	320	300,80	15,04	285,76	94,0%	94,00%	89,30%	83,94%
22/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
23/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
24/04/2017	10	9,66	0,34	320	309,12	15,46	293,66	96,6%	96,60%	91,77%	88,65%
25/04/2017	10	9,58	0,42	320	306,67	15,33	291,33	95,8%	95,83%	91,04%	87,25%
26/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
27/04/2017	10	9,18	0,82	320	293,87	14,69	279,17	91,8%	91,83%	87,24%	80,12%
28/04/2017	10	9,10	0,90	320	291,20	14,56	276,64	91,0%	91,00%	86,45%	78,67%
29/04/2017	10	10,00	-	320	320,00	16,00	304,00	100,0%	100,00%	95,00%	95,00%
30/04/2017	10	9,20	0,80	320	294,40	14,72	279,68	92,0%	92,00%	87,40%	80,41%

Anexo N° 9: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo de batidora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
BATIDORA  
HARIO CORONADO - MECANICO  
03/01/2017

INSPECCION DE BATIDORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Paletas	X			
Faja		X		Cambio de fajas.
Rodamientos	X			
Motor	X			
Embrague		X		Escape de aire, mangeras.
Aceite	X			

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Echevar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 10: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo de batidora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°

EQUIPO

REALIZADO POR

FECHA

1  
BATIDORA  
Mario Coronado - Mecánico  
04-01-2014

INSPECCION DE BATIDORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Paletas	x			
Faja		x		Cambio de fajas
Rodamientos	x			
Motor	x			
Embrague	x			
Aceite	x			

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 11: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo de batidora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
BATIDORA  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
09-01-2017

INSPECCION DE BATIDORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Paletas		X		Alisamiento
Faja	X			
Rodamientos	X			
Motor		X		Exceso de Vibración
Embrague	X			
Aceite	X			

  
 CORPORACIÓN REX S.A.  
 Jorge Euellar A.  
 JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 12: Inspección diaria de planta N° 4 – Equipo de batidora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
BATIDORA  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
10-01-2017

INSPECCION DE BATIDORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Paletas		X		Aliniamiento
Faja	X			
Rodamientos	X			
Motor		X		Exceso de Vibración
Embrague	X			
Aceite		X		Aumento de aceite al nivel.

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN



Anexo N° 13: Inspección diaria de planta N° 1– Equipo de Extrusora



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

EXTRUSORA

*Mario Coronado - Mecánico*  
*03-01-2017*

CORPORACIÓN REX S.A.

*Jorge Euellar A.*  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara		X		<i>Desgaste</i>
Paletas	X			
Uñas	X			
Platinas		X		<i>Cambio</i>
BOMBA DE VACIO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas	X			
Filtros	X			
Motor	X			
Tuberías	X			
Tanque		X		<i>Fuga de agua.</i>
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople		X		<i>Acoples desalineados.</i>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 14: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo de Extrusora



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

EXTRUSORA

*Hugo Cerón - Mecánico*  
*04-01-2016*

COOPERACIÓN REX S.A.

*Jorge Euellar A.*  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara		X		<i>Desgaste</i>
Paletas	X			
Uñas	X			
Platinas		X		
BOMBA DE VACIO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas		X		<i>Cambio, rolas.</i>
Filtros	X			<i>Fuga de agua.</i>
Motor	X			
Tuberías	X			
Tanque		X		<i>fuga de agua.</i>
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		<i>Exceso de ruido.</i>
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople		X		<i>Acoples desbalanceados.</i>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 15: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo de Extrusora



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

EXTRUSORA

FRANCISCO CUBA - MECANICO  
09-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara		X		Desgastadas
Paletas		X		Exceso de inclinación
Uñas	X			
Platinas	X			
BOMBA DE VACIO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas	X			
Filtros		X		Fog. maulta.
Motor	X			
Tuberías	X			
Tanque	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		Exceso de ruido
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 16: Inspección diaria de planta N° 4– Equipo de Extrusora



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
EXTRUSORA  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
10-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euehar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara		X		Desgastada
Paletas		X		Exceso de inclinación
Uñas		X		
Platinas		X		
BOMBA DE VACIO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas		X		Goteo de válvula
Filtros	X			
Motor	X			
Tuberías	X			
Tanque	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		Exceso temperatura
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión			X	Cambio total.
Acople	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 17: Inspección diaria de planta N° 5 – Equipo de Extrusora



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

EXTRUSORA

FRANCISCO GILBA MECANICO  
11-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Evellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara		X		Desgaste
Paletas	X			
Uñas		X		Desgaste
Platinas		X		Desgaste
BOMBA DE VACIO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas			X	causado de vibración.
Filtros		X		trag. mucho.
Motor		X		Exceso de vibración
Tuberías	X			
Tanque	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		Exceso temperatura.
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople	X			

Fuente: Elaboración propia



Anexo N° 18: Inspección diaria de planta N° 6 – Equipo de Extrusora



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

EXTRUSORA

FRANCISCO GUBA - MECANICO  
12-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

EXTRUSORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Fundas de cámara			X	Prog. mucho.
Paletas	X			
Uñas		X		Desgaste
Platinas		X		Desgaste
BOMBA DE VACIO	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Válvulas	X			
Filtros		X		camisa de filtro
Motor		X		Prog. mucho
Tuberías	X			
Tanque	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos			X	Prog. mucho.
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 19: Inspección diaria de planta N° 1– Equipo Tolva de alimentación



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
TOLVA DE ALIMENTACIÓN

MARIO CARRASCO - MECANICO  
03-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Estructura superior		X		
Estructura inferior	X			Cambio de planchas.
Catalinas	X			
Chumaceras lado derecho		X		Falta lubricación
Chumaceras lado izquierdo	X			
Pasadores	X			
Respador		X		Desgaste de.
Acople	X			
ESCAMAS	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Pinas	X			
Ruedas		X		Desgastadas.
Orejas	X			
Escamas		X		Doblarlas.
Pasadores de escamas	X			
Arandelas	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Nivel de aceite		X		Agregar hasta el nivel.
Pylones	X			
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión		X		Estiradas.

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 20: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Tolva de alimentación



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

TOLVA DE ALIMENTACION

MARIO CORONADO - MECANICO  
04-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Cuellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Estructura superior		X		
Estructura inferior	X			Cambio de Plandios.
Catalinas	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Pasadores	X			
Raspador				
Acople	X	X		Desgaste
ESCAMAS	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Pines	X			
Ruedas		X		
Orejas	X			Desgaste
Escamas		X		Prog. mantlo.
Pasadores de escamas	X			
Arandelas	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Nivel de aceite	X			
Piñones	X			
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			

Fuente: Elaboración propia



Anexo N° 21: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo Tolva de alimentación



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

TOLVA DE ALIMENTACIÓN

HARID CORONADO - MECANICO  
09-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Echevar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Estructura superior		X		Proy. mantenimiento.
Estructura inferior	X			
Cetálinas		X		Desgaste.
Chumaceras lado derecho	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Pasadores		X		Desgaste, cambio
Raspador	X			
Acople	X			
ESCAMAS	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Pines	X			
Ruedas		X		Desgaste.
Orejas	X			
Escamas	X			
Pasadores de escamas		X		Proy. mantto.
Arandelas	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Nivel de aceite	X			
Piñones	X			
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 22: Inspección diaria de planta N° 4– Equipo Tolva de alimentación



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

TOLVA DE ALIMENTACION

HARID COTONADO - MECANICO  
10-01-2018

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Evellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Estructura superior		X		Prog. mantto.
Estructura inferior		X		Cambio de planchas.
Catalinas	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Pasadores		X		Reemplazo
Raspador		X		prog. mantto.
Acople				
ESCAMAS	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Pinas	X			
Ruedas		X		Desgaste prog. mantto.
Orejas	X			
Escamas	X			
Pasadores de escamas		X		prog. mantto.
Arandelas	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Nivel de aceite	X			
Pilones	X			
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas		X		Alinear
Fajas de transmisión	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 23: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Cortadora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°

EQUIPO

REALIZADO POR

FECHA

1

CORTADORA

FRANCISCO CUBA - MECANICO

03-01-2017

CORTADORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Templado de faja	X			
Cadena		X		Estabane gastados
Zapatas	X			
Rodillos	X			
Rodajes de rodillos	X			
MOTOR		X		Fijacion de tapa
Tablero eléctrico		X		Pólvenger.

Fuente: Elaboración propia

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 24: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Cortadora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

1  
CORTADORA  
FRANCISCO GUBA - MECANICO  
04-01-2017

CORTADORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Templado de faja		X		Ajuste de templadores Eslabones gastados
Cadena		X		
Zapatos	X			
Rodillos	X			
Rodajes de rodillos	X			
MOTOR	X			
Tablero eléctrico	X			

Fuente: Elaboración propia

CORPORACIÓN REX S.A.  
*Jorge Euellar A.*  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 25: Inspección diaria de planta N° 3 – Equipo Cortadora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°

EQUIPO

REALIZADO POR

FECHA

1  
CORTADORA  
FRANCISCO CUBA-MECHANICO  
09-01-2014

CORTADORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Templado de faja	X			
Cadena	X			
Zapatas		X		Desgaste
Rodillos	X			
Rodejes de rodillos	X			
MOTOR	X			
Tablero eléctrico	X			

Fuente: Elaboración propia

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

Anexo N° 26: Inspección diaria de planta N° 4 – Equipo Cortadora



INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

PLANTA N°

EQUIPO

REALIZADO POR

FECHA

1  
CORTADORA  
FRANCISCO CUBA - MECANICO  
10-01-2017

CORTADORA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Templado de faja	X			
Cadena		X		Desgaste.
Zapatas		X		Desgaste
Rodillos		X		cañibrio de rodillo
Rodajes de rodillos	X			
MOTOR		X		Exceso de temperatura.
Tablero eléctrico	X			

Fuente: Elaboración propia

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN



Anexo N° 27: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Faja transportadora N° 1



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N°  
HARLO CORONADO - MECÁNICO  
03-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Eustel A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora	X			
Tambor conducido		X		Desgaste
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines		X		Cambio de polines
Rodamientos de polines	X			
Mandiles			X	prog. mant.
Electroimán	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople		X		alinear
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico		X		Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 28: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Fj. transportadora N° 1



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N° 1  
MARLO CORONADO - MECANICO.  
04-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Cuellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora	X			
Tambor conducido		X		Desgaste.
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines		X		preg. mantle.
Rodamientos de polines	X			
Mandiles	X			
Electroimán		X		cambrro de estructura
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople	X			
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico		X		pulverizar.

Fuente: Elaboración propia



Anexo N° 29: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Fj. transportadora N° 2



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N° 2  
RICARDO RUBIÑOS - MECANICO  
03-01-2014

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Eueller A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora		X		Prog. manilla.
Tambor conducido	X			
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo		X		Calentamiento excesivo
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines	X			
Rodamientos de polines		X		Lubricación.
Mandiles	X			
Electroimán	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		Ruido excesivo
Eje	X			
Poleas		X		Alineamiento
Fajas de transmisión		X		Templar. fajas.
Acople	X			
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 30: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Fj. transportadora N° 2



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N° 2  
RICARDO RUBINOS - MECANICO  
04-01-2017

COMPAÑIA REX S.A.

Jorge Cuellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora		X		prg. anillo.
Tambor conducido	X			
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			calentamiento
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines	X			
Rodamientos de polines	X			
Mandiles	X			lubricación
Electromán	X			
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		Ruido excesivo
Eje	X			
Poleas		X		alimentación
Fajas de transmisión		X		temperatura
Acople				
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 31: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Fj. transportadora N° 3



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N° 3  
RICARDO RUBENOS - MECANICO  
03-01-2014

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Evellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora	X			
Tambor conducido	X			
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida		X		Limpieza
Catalinas de tambor motorizado		X		Limpieza
Polines	X			
Rodamientos de polines	X			
Mandiles				
Electroimán	X		X	preg. manto.
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas		X		Gastado.
Fajas de transmisión		X		Gastado.
Acople	X			
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico		X		pulverizar.

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 32: Inspección diaria de planta N° 2 – Equipo Fj. transportadora N° 3



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1

FAJA TRANSPORTADORA N° 3

RICARDO RUBIROS-MESPALCO

04-01-2014

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora	X			
Tambor conducido	X			
Tambor motorizado	X			
Chumaceras lado izquierdo		X		Lubricación
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines	X			
Rodamientos de polines		X		Lubricación
Mandiles				prog. muelle.
Electroimán	X		X	
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos	X			
Eje	X			
Poleas		X		
Fajas de transmisión		X		Gastadas
Acople	X			Gastadas.
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 33: Inspección diaria de planta N° 1 – Equipo Fj. transportadora N° 4



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N° 4  
RICARDO RUBINO - MECANICO  
03-01-2017

CORPORACIÓN REX S.A.

Jorge Evellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora				
Tambor conducido		X		prog. manillo
Tambor motorizado		X		desgaste
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines	X			
Rodamientos de polines		X		lubricación
Mandiles	X			
Electroimán		X		prog. manillo.
REDUCTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Rodamientos		X		Exceso de temperatura
Eje	X			
Poleas	X			
Fajas de transmisión		X		Desgaste
Acople	X			
MOTOR	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Tablero eléctrico		X		Pulverizar.

Fuente: Elaboración propia



Anexo N° 34: Inspección diaria de planta N° 2– Equipo Fj. transportadora N° 4



PLANTA N°  
EQUIPO  
REALIZADO POR  
FECHA

INSPECCIÓN DIARIA DE PLANTA

1  
FAJA TRANSPORTADORA N°  
RICARDO RUBINOS  
04-01-2014

CORPORACIÓN REX S.A.  
Jorge Euellar A.  
JEFE DE PRODUCCIÓN

ESTRUCTURA DE FAJA	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	
banda transportadora				
Tambor conducido		X		pag. manto
Tambor motorizado		X		Desgaste
Chumaceras lado izquierdo	X			
Chumaceras lado derecho	X			
Catalinas de tambor conducida	X			
Catalinas de tambor motorizado	X			
Polines	X			
Rodamientos de polines	X			
Mandiles	X			
Electroimán	X			
REDUCTOR		X		pag. manto.
Rodamientos	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
Eje		X		Exceso de temperatura
Poleas	X			
Fajas de transmisión	X			
Acople	X			
MOTOR				
Tablero eléctrico	NORMAL	DEFICIENTE	MALO	OBSERVACIONES
	X			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 35: Formato de registro de solicitud de mantenimiento correctivo



SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Nombre del solicitante					
Área					
Unidad					
Fecha					
Equipo		Modelo		Serie	
Línea de Producción					
Descripción de la falla					

\_\_\_\_\_

FIRMA

Anexo N° 36: Formato de seguimiento de Reporte de mantenimiento preventivo



REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Área	
Unidad	
Fecha	

Equipo		Modelo		Serie	
Línea de Producción					

ITEM	DESCRPCIÓN DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS	RESPONSABLE	COMENTARIOS

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL AUTORIZANTE

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL RESPONSABLE